

- قررت وزارة التربية والتعليم تدريس
- هذا الكتاب وطبعه على نفقتها



المملكة العربية السعودية
وزارة التربية والتعليم
التطوير التربوي

الكيمياء

للفص الثاني الثانوي

الفصل الدراسي الأول

بنات

(علمي)

تعديل

أ. خالد بن صالح القرشي
أ. خليل بن فراج الوافي
أ. هاني بن إبراهيم بقبق
أ. خالد بن سليمان الحماد
أ. عبد الرحمن بن عبد الملك كمال
أ. محمد بن عياش هاشم
أ. سامي بن عبد الرحيم قشقري

مراجعة

أ. عمر بن عبد الله مغربي
أ. محمد تاج طيب
أ. جمعان بن غازي القارحي

حرره علمياً وأشرف على التصميم والإخراج

أ. خالد بن سليمان الحماد
أ. خالد بن صالح القرشي

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
السعودية . وزارة التربية والتعليم
الكيمياء: للصف الثاني ثانوي قسم العلوم الطبيعية - ط١٣ - الرياض
١٩٠ ص ٢١×٢٣ سم
ردمك : ١ - ١٤٥ - ١٩ - ٩٩٦٠ (مجموعة)
X-١٤٦-١٩-٩٩٦٠ (ج١)
١ - الكيمياء - كتب دراسية ٢ - التعليم الثانوي - السعودية - كتب
دراسية أ- العنوان
ديوي ٥٤٠, ٠٧١٢ ١٩/١٦٥٥

رقم الإيداع : ١٩/١٦٥٥
ردمك : ١ - ١٤٥ - ١٩ - ٩٩٦٠ (مجموعة)
X-١٤٦-١٩-٩٩٦٠ (ج١)

لهذا الكتاب قيمة مهمّة وفائدة كبيرة فلنحافظ عليه
ولنجعل نظافته تشهد على حسن سلوكنا معه ...

إذا لم نحفظ بهذا الكتاب في مكتبتنا الخاصة في آخر
العام للاستفادة فلنجعل مكتبة مدرستنا تحتفظ به ...

موقع الوزارة

www.moe.gov.sa

موقع الإدارة العامة للمناهج

www.moe.gov.sa/curriculum/index.htm

البريد الإلكتروني للإدارة العامة للمناهج

curriculum@moe.gov.sa

حقوق الطبع والنشر محفوظة

لوزارة التربية والتعليم

بالمملكة العربية السعودية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

المقدمة

الحمد لله الذي علم بالقلم ؛ علم الإنسان ما لم يعلم ، وهب للإنسان عقلاً وألهمه رشده وعلمه كيف يعمل ، وكيف ينتج ويثمر ؛ علمه أن كل شيء خلقه الله لحكمة بالغة ، وأن للإنسان أن يبحث فيما حوله ليجد ما يعينه على حياة أفضل ، ويسر له سبل معاشه بتذليل الصعاب ، وتقريب البعيد ، وأخبر سبحانه أنه خلق الإنسان في كبد ، فهي صفة لا تنفك عنه أبداً ما دام حياً ، فمنذ أن خلقه الله وهو يعمل ويتكبد ويسعى مساعي شتى .

ومن هذا التنوع الكبير الذي اهتم به الإنسان ما يندرج ضمن مجال علم الكيمياء الذي أصبح عنصراً مهماً من عناصر حياتنا اليومية حتى صار جزءاً من معظم العلوم التطبيقية ، ومكوناً لمعظم الصناعات التي نحتاجها ، ومن هنا كان مهماً أن نتعلم هذا العلم ونعتني به ونبذل جهداً كبيراً في العناية به .

وها هو كتاب الكيمياء للصف الثاني الثانوي (الفصل الدراسي الأول) ، بدت محاولة تطويره خطوةً في طريق تفعيل تعلمنا لهذا العلم ؛ جاءت لتحفز المتعلمين لتعلم هذا العلم وتنمية مهاراتهم اللازمة للحصول على مزيد من الخبرات العلمية والعملية .

هذه الخطوة : اعتنت بتفعيل المجال التطبيقي للعلم وكيف أثمر علم الكيمياء في تطبيقات كثيرة نلمسها في حياتنا ونتعايش معها بانتظام ، وربما تكون الحياة صعبة بدون بعضها .

خطوة حاولت زيادة العناية بالتجريب العملي وأبرزت العديد من الأنشطة العملية التي تتم ممارستها من قبل المتعلمين أنفسهم ، في عملية تهدف إلى تنمية مهارات عملية عديدة وتعزز ثقة المتعلم بنفسه وتزيد من ثقته بالعلم الذي يتعلمه إذا ما شاهد حقائقه عياناً وتأكد بأمر عينيه من استكشافاته ونتائجه .

خطوة حاولت تغيير صياغة فقرات الكتاب بما يزيد من قابلية المحتوى للقراءة والفهم من قبل الفئة المستهدفة ، ويبسط العرض .

خطوة نشطت دور المتعلم في عملية التعلم من خلال العديد من فعاليات التعلم التي تجعل المتعلم نشطاً إيجابياً متفاعلاً ، وتبعد عنه أدواراً سلبية كانت تمنعه من التعلم الذاتي ، وتحد من قدراته ، قُدمت من خلال عدد من الفقرات التي تتكرر في ثنايا الكتاب متى ما وجدت موقعاً مناسباً ، فتارةً يُحث المتعلم على ممارسة دور الباحث عن المعرفة والساعي لاكتساب الخبرة من خلال المصادر المتاحة بين يديه ، وتارةً يُشجع على القيام بزيارة علمية لمكمن الخبرة في مجال ما ذي صلة بموضوع الدراسة ، وتارةً يشجع لممارسة دور الكيميائي في مختبره لاستكشاف شيء ما أو التحقق من دقة البرهان وتعزيزه .

قد تم إخراج الكتاب في حلة جديدة ، وتم تعزيزه بمزيد من الأشكال والرسوم والصور والجداول ؛ ليسهم ذلك كله في

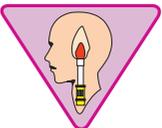
رفع دافعية المتعلم للتعلم، وربط علاقة ثنائية حميمة تزيد من القدرة التواصلية للكتاب مع المتعلم ليصبحا كصديقين يتبادلان الخبرات في مجال الكيمياء والحياة، ومن ثم نتوقع أن يزيد ذلك من قدرة الكتاب على تحفيز المتعلم لتحقيق الأهداف المقصودة.

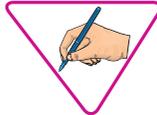
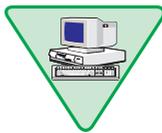
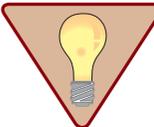
وجدير بالذكر أن التطوير لهذا الكتاب قد حافظ على المحتوى المعرفي الأساسي الذي كان موجوداً في الطبعة السابقة - عدا ما يستدعي التحديث أو التصويب أو الحذف أو التفصيل والإضافة - إذ يأتي ذلك كله في مرحلة وسطية بين كتاب طال بقاءه واستخدامه ولزم تجديده وتحديثه، وبين مشروع كبير ينتظر؛ قد بدت بوادره؛ لتطوير أشمل لمناهج العلوم في كافة مراحل التعليم العام؛ خُطِّط أن يستوعب كافة الطموحات التي نرجوها ويرجوها كل من له اهتمام بعلم الكيمياء، ومن هنا اعتُبر هذا الكتاب مجرد خطوة تمثل محاولة لمعالجة بعض جوانب القصور في الطبعة السابقة، وادخرت الكثير من التطوير الذي يجب أن يصاحبه تطوير في عمليات كثيرة تبدأ بالمعلم وتنتهي ببيئة التعلم لذلك المشروع الكبير .

يتضمن هذا الكتاب سبعة فصول؛ تتكامل فيتكامل معها المفهوم وتنمو معها الخبرات المعرفية والمهارية والوجدانية. فالفصل الأول يعد امتداداً لما تعلمه الطالب في مجال تركيب المادة في الصف الأول الثانوي وما سبقه وصولاً إلى النظرية الذرية الحديثة، والفصل الثاني يتحدث عن نتائج الترتيب الدوري للعناصر التي تم تنظيمها في نمطية تعتمد تسلسل الخواص فيما يعرف بالجدول الدوري الحديث، والفصل الثالث يبين كيفية ارتباط مكونات المادة (ذرات وجزيئات) مع بعضها لتكوين المادة في صورتها التي نراها عليها، ويركز الفصل الرابع على متسلسلات العناصر الانتقالية وإبراز بعض التطبيقات الحياتية لعدد من فلزاتها كفلزات العملة وفلزات أخرى؛ كالحديد والنحاس التي تمثل خامات متوفرة في بلادنا، أما الفصلين الخامس والسادس فقد ركزا على اثنين من أهم الموارد الحيوية المتجددة التي لا يمكن لمخلوق حي الاستغناء عنهما، واستعرض الفصل السابع مفهوم المحاليل وأنواعها والعوامل المؤثرة في تكوينها. عزيزي المتعلم: ليس من هدف مادة الكيمياء أن تبالغ في حفظ المعلومات واستظهارها دون وعي بما تعنيه تلك المعلومات، إن علينا أن نتعاون معاً من أجل جعل مادة الكيمياء أداة لتطوير مهاراتنا العملية من خلال التجريب والملاحظة، وتنمية قدراتنا العقلية من خلال الفهم والاستنتاج والتعليل والتفسير والربط والتحليل والتركيب، كما نأمل أن تكون مادة الكيمياء مادة رحية لتنمية شعورنا بنعمة الخالق سبحانه بخلق المادة وتسخيرها لنا؛ نستمتع بما تهدينا إليه عقولنا الموهوبة لنا من لدنه من ابتكار وتطوير وتحوير، وأن تكون تلك الظواهر الكيميائية زيادة في يقيننا بعظيم قدرته التي لا تحدها حدود - سبحانه وتعالى - وأخيراً علنا نكتسب ميولاً واتجاهات إيجابية من خلال تعلمنا مفاهيم الكيمياء وتعايشنا مع ميدانها الرحب تقودنا إلى تقدير جهود العلماء، وتمثل أخلاق العلم والعلماء المتمثلة في الصدق واحترام آراء الآخرين والأدلة المبنية على البراهين، والرغبة في المثابرة في تعلم المزيد من علم الكيمياء للمساهمة في رفع أمتنا وتطوير قدرتها على الاستغناء والاكتفاء الذاتي، ودعم سبقها للعالم في ميدان أصبحت المادة وتطويعها عنصره الأساس .

بعض الفقرات في هذا الكتاب

ومدلولاتها ورموزها

| الرمز | الفقرة | مدلولاتها |
|---|-----------------------|--|
|  | معلومة إثرائية | ويقصد بها تلك المعلومة أو المعلومات الإضافية حول الموضوع قيد الدراسة أو حول فقرات منه؛ يقف المتعلم الشغوف على المزيد حولها؛ دون أن يدخل ما تضمنته في عمليات تقويم المتعلمين. |
|  | الكيمياء في حياتنا | ويقصد بها التطبيقات الحياتية للموضوع أو فقرات منه تزيد من دافعية التعلم لدى المتعلمين وتشعره بأهمية الكيمياء في الحياة بكافة مناشطها ومستلزماتها. |
|  | نشاط عملي | وهو عبارة عن النشاطات التجريبية العملية التي يجريها المتعلمون داخل غرفة المختبر، أو يجريها المعلم في حالة عدم توفر الأدوات والمواد الكافية أو خطورتها عليهم. |
|  | نشاط ميداني | وهو نوع من النشاطات الحيوية خارج الصف يوصى بتنفيذها جماعياً أو فردياً أو على صورة مجموعات صغيرة حسب طبيعة النشاط، وقد يكتفى بقيام بعض الطلاب بها، وتسجل التقارير الوصفية والتساؤلات من خلال النشاط، ويناقش المعلم نتائج تلاميذه جماعياً، دون أن يدخل ذلك في التقويم النهائي للفصل الدراسي، وإن دخل في عمليات التقويم أثناء التدريس. |
|  | وقفة تأمل | يراد منها لفت انتباه المتعلم إلى بعض دلائل الإيمان من خلال تأمل بعض الظواهر الكيميائية ذات العلاقة بالموضوع، كما يمكن أن تكون محور نقاش تربوي إيماني هادف. |
|  | نشاط بيئي | وهي تلك الأنشطة التي تهتم بالقضايا البيئية، وتسهم في فهم أعمق للبيئة من حولنا، وتعزز الاتجاهات البيئية والعادات السليمة في التعامل مع مكوناتها. |

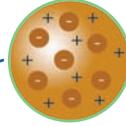
| الرمز | الفقرة | مدلولاتها |
|---|------------------|--|
|  | الأمثلة | هي أنواع من الأسئلة المحلولة على الفكرة أو المفهوم المعروض قريبا؛ يهدف إلى ترسيخهما وقياس عليها المتعلم عند تنفيذ التدريبات أو حل تمارين آخر الفصل. |
|  | التدريبات | هي أنواع من الأسئلة تعرض في ثنايا الموضوع المدروس تطبيقا لفكرة أو مفهوم علمي مرّ به للتو، بغية التدريب عليها داخل الصف وبالإشراف والتقويم المباشر من قبل المعلم. |
|  | أسئلة وتمارين | تتضمن بعض التساؤلات والتمارين حول موضوع الفصل يتم تكليف الطالب بالإجابة عليها منزليا، ويتولى المعلم تقويمها بصورة منظمة ومجدولة كما يمكن اختيار بعضها للمناقشة الصفية. |
|  | البحث العلمي | هو محاولة يتم من خلالها ممارسة المتعلم لمهارات البحث العلمي وأساليبه بصورة مبسطة من خلال تساؤل أو مشكلة تعرض عليه، ليصل إلى مبتغاه من خلال المصادر المعرفية المختلفة المتوفرة بين يديه (المكتبة العلمية، البرامج الحاسوبية، الشبكة المعلوماتية العالمية «الإنترنت»، وغيرها)، دون مطالبته بها في عمليات التقويم النهائية آخر الفصل الدراسي. |
|  | أسئلة التفكير | وهي تلك التساؤلات التي تسهم في تنمية مهارة من مهارات التفكير لدى المتعلمين، وترتبط ارتباطاً وثيقاً بموضوع الدرس أو إحدى فقراته، ويطلب بها في عمليات التقويم المختلفة. |
|  | تذكر أن | يراد منها تذكير المتعلم ببعض المفاهيم أو العلاقات والتحويلات الرياضية ذات العلاقة بالموضوع، دون أن تستهدف بذاتها في عمليات التقويم. |
|  | احذر | للتنبية على مهارات يجب اتباعها عند العمل في نشاط عملي محدد بغية الوصول إلى أقصى درجات السلامة والأمان في المختبر بعون الله عز وجل. |

الفهرس

الفصل الأول :

النظرية الذرية الحديثة

١١



- ١٣ تجارب ساهمت في تطور فهمنا لتركيب الذرة
- ٢٠ نظرية بور
- ٢١ الجهود التي أدت إلى تطور نظرية بور الذرية
- ٢٣ النظرية الذرية الحديثة
- ٢٣ الأعداد الكمية
- ٢٧ طاقة المجالات الإلكترونية الفراغية
- ٢٩ توزيع الإلكترونات في ذرات العناصر
- ٣٣ أسئلة وتمارين

الفصل الثاني :

نتائج الترتيب الدوري للعناصر

٣٥



| ٣٦ | ٣٨ | ٤٠ | ٤١ | ٤٢ | ٤٣ | ٤٥ |
|---------------------|------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| الحجم الذري للعناصر | جهد التأين | الألفة الإلكترونية | السالبية الكهربائية | الخواص الكهربائية للعناصر | أعداد الأكسدة | أسئلة وتمارين |

الفصل الثالث :

الروابط الكيميائية

٤٧



- ٤٩ أولاً: الروابط الكيميائية
- ٤٩ الرابطة الأيونية
- ٥٣ الرابطة التساهمية
- ٦٢ الرابطة التساهمية التناسقية
- ٦٤ ثانياً: الروابط الفيزيائية
- ٦٤ الرابطة الهيدروجينية
- ٦٥ رابطة قوى فاندرنال
- ٦٦ أسئلة وتمارين

الفصل الرابع :

العناصر الانتقالية

٦٩



- ٧٠ موقعها في الجدول الدوري
- ٧١ التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية
- ٧٥ الخواص المميزة للعناصر الانتقالية
- ٧٦ الخواص العامة لفلزات العملة
- ٧٦ النحاس
- ٨٢ الفضة
- ٨٦ الذهب
- ٨٩ المجموعة الثامنة (ب)
- ٨٩ الحديد
- ٩٦ أسئلة وتمارين

الفهرس

الفصل الخامس :

كيميااء الهواء

٩٧



- ٩٨ مكونات الهواء الجاف عند سطح البحر
- ٩٩ الأوكسجين
- ١٠٣ النيتروجين
- ١٠٤ ثاني أكسيد الكربون
- ١٠٧ الغازات النادرة
- ١٠٨ تلوث الهواء
- ١١٦ أسئلة وتمارين

الفصل السادس :

كيميااء الماء

١١٩



- ١٢١ تركيب الماء
- ١٢٢ خواص الماء
- ١٣٥ وجود الماء في الطبيعة
- ١٤٢ عسر الماء
- ١٤٤ طرق تحلية مياه البحر
- ١٤٧ تلوث الماء
- ١٤٩ المحافظة على الماء
- ١٥٤ أسئلة وتمارين

الفصل السابع :

المحاليل

١٥٧



- ١٥٩ تصنيف المحاليل
- ١٦٠ أولاً: أنواع المحاليل من حيث التجانس
- ١٦١ ثانياً: أنواع المحاليل من حيث حالة المذيب
- ١٦٥ محاليل المواد الصلبة في السوائل
- ١٧٢ محاليل الغازات في السوائل
- ١٧٧ ثالثاً: أنواع المحاليل من حيث التركيز
- ١٧٨ طرق التعبير عن تركيز المحاليل
- ١٨٣ تخفيف المحاليل
- ١٨٥ أسئلة وتمارين



الكيمياء

للصف الثاني الثانوي
الشمس الدراسية الأول



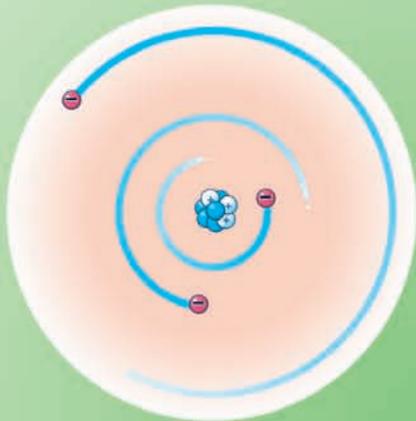
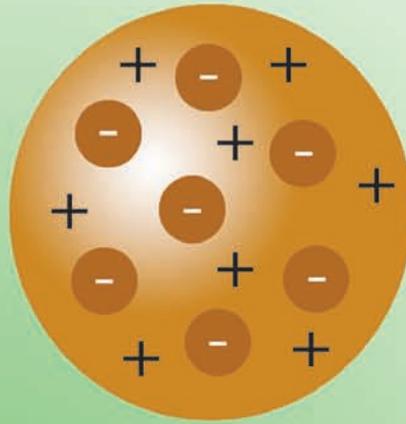
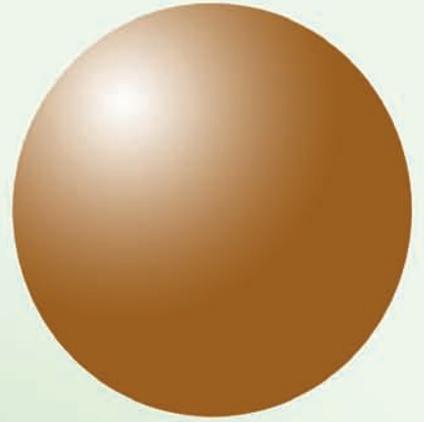


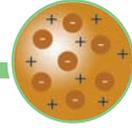


أهداف الفصل

- خلال دراستك لهذا الفصل يتوقع أن تكون قادراً على أن:
- ١- تشرح التجارب التي ساهمت في تطور فهمنا لتركيب الذرة.
 - ٢- تثبت من خلال تجربة التفريغ الكهربائي أن الإلكترون يحمل شحنة سالبة .
 - ٣- تفسر نتائج تجربة رذرفورد.
 - ٤- تصف طيف ذرة الهيدروجين.
 - ٥- تشرح أهمية إضافات نظرية بور وأهم قصور هذه النظرية.
 - ٦- تصف الذرة من خلال النظرية الذرية الحديثة.
 - ٧- توضح الأعداد الكمية وأنواعها وخواص كل منها.
 - ٨- تكتب التوزيع الإلكتروني لعناصر الذرات والأيونات مع مراعاة مبدأ بولي وقاعدة هُند.

النظرية الذرية الحديثة





تعلمت من دراستك لعلم الكيمياء في الصف الأول الثانوي أن علم الكيمياء علم تجريبي مبني على المشاهدة ودقة الملاحظة والتجربة والاستنتاج وتفسير هذه الملاحظات ، ولقد رأينا في دراستنا لكتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي أن دالتون استطاع في مطلع القرن التاسع عشر أن يفسر قوانين الاتحاد الكيميائي بنظريته الذرية، ومن الطبيعي أن يتجه العلماء من ذلك الوقت إلى البحث عن مفهوم الذرة ومحتوياتها، وكما أن دالتون توصل إلى نظريته بربط عدة قوانين بفروض مشتركة فإن علماء الفيزياء والكيمياء حاولوا ربط الحقائق ليخرجوا بتصوير صحيح لحقيقة الذرة، وقد أخذت هذه الحقائق تتوالى تباعاً في القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين. وسنستعرض هذه الحقائق بشيء من التفصيل لأنها تشكل الخلفية التي أدت إلى ما نعرفه اليوم عن تركيب الذرة.

تصور دالتون للذرة:

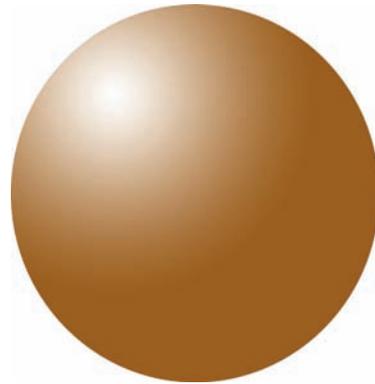
تذكر أن :



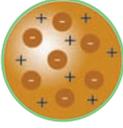
تنص نظرية دالتون الذرية على ما يلي :

- ١- العناصر تتألف من دقائق صغيرة تدعى الذرات.
- ٢- الذرة أصغر جزء من العنصر وغير قابلة للانقسام.
- ٣- ذرات العنصر الواحد متشابهة في الشكل والحجم.
- ٤- تختلف ذرات العناصر بسبب اختلاف ذراتها.
- ٥- عندما تتحد الذرات لتكوين مركبات فإن الاتحاد يتم بين ذرات صحيحة العدد.

كان تصور دالتون على أن الذرة كرة صماء مصممة متناهية في الصغر شكل (١-١)



شكل (١-١) : ذرة دالتون



شكل (١-٢)



معلومة إثرائية :

قوانين فاراداي :

- ١- كتلة المعدن المترسبة على المهبط تتناسب طردياً مع كمية الكهرباء المارة بالمحلول.
- ٢- كتلة المادة المتجمعة عند القطبين نتيجة مرور كمية ثابتة من التيار الكهربائي تتناسب مع الكتل المكافئة لهذه المواد، وستمر بك خلال دراستك للفيزياء لاحقاً إن شاء الله.

تجارب ساهمت في تطور فهمنا لتركيب الذرة:

تجارب التحليل الكهربائي لفاراداي (Faraday) :

كان فاراداي يجري تجاربه لبحث العلاقة بين كمية الكهرباء التي تمر في محلول مادة ما وكمية المادة التي تتفاعل نتيجة مرور ذلك التيار، ومن تجاربه :

تحليل محلول كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$:

- قام بإمرار تيار كهربائي في محلول كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$ ولاحظ ترسب النحاس من المحلول عند المهبط.
- استدل على أن ترسب ذرة النحاس Cu المتعادلة دليل على أنها تحتوي أجساماً كهربائية أي أن الذرة تحتوي على شحنات . لقد كشفت تجارب فاراداي عن وجود شحنات كهربائية في الذرة.

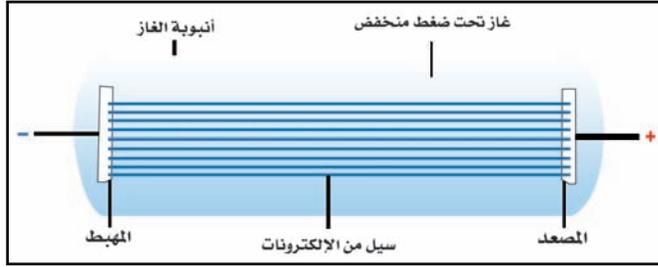
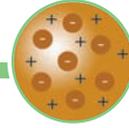


سؤال للتفكير

هل ظل تصور دالتون أن الذرة مصممة صحيحاً بعد تجارب فاراداي ونتائجها؟

تجارب التفريغ الكهربائي:

من المعروف أن الغازات لا توصل التيار الكهربائي في الظروف العادية (عازلة للكهرباء)، ولكن إذا فُرج أنبوب زجاجي من الغاز بحيث أصبح ضغط الغاز أقل من ٠,٠١ جو، ثم وصل بين قطبين أحدهما موجب والآخر سالب بتيار كهربائي ذو فرق جهد كهربائي مرتفع (حوالي ١٠٠٠٠ فولت) فإن الغاز يصبح موصلاً للتيار الكهربائي، كما أنه يشع ضوءاً.



شكل (١-٣) :

وقد وجد أن إشعاع جدران الأنبوب ناتج من ارتطام أشعة صادرة من المهبط بها، وأطلق على هذه الأشعة الصادرة من المهبط " أشعة المهبط " شكل (١-٣) .

خواص أشعة المهبط:

تجربة خواص أشعة المهبط

نشاط عملي ١-١

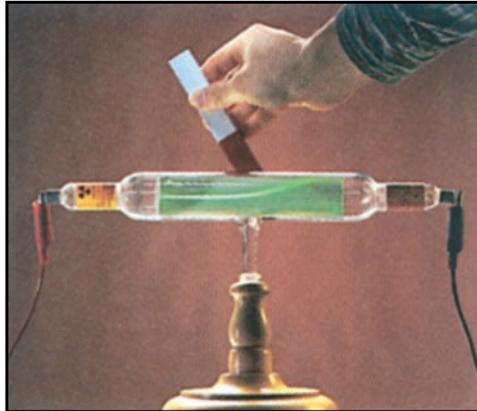


الخطوات

- ١- وصل جهاز (ملف) رومكورف بأنبوبة التفريغ الكهربائي ووصل الأنبوب بجهاز تفريغ الهواء (يراعى الحذر عند تشغيل الأجهزة).
- ٢- عندما يمر التيار الكهربائي لاحظ مرور أشعة المهبط بين القطبين.
- ٣- قرب قضيباً مغناطيسياً من أنبوب الأشعة، ماذا تلاحظ؟
- ٤- قرب مجالاً كهربائياً من أنبوب الأشعة، ماذا تلاحظ؟

احذر!

ملف رومكورف يضاعف الجهد الكهربائي، وقد يحوله إلى ١٠٠٠٠ فولت؛ مما يتطلب الحذر عند استخدامه.

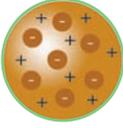


شكل (١-٤) : تأثير المجال المغناطيسي على أشعة المهبط

المواد والأدوات

- أنابيب تفريغ موصلة من طرفيها بقطبين.
- أسلاك توصيل.
- جهاز (ملف) رومكورف .
- قضيب مغناطيس .
- مجال كهربائي .
- جهاز تفريغ للهواء .

استطاع طمس أن يحدد ماهية أشعة المهبط وأنها جسيمات صغيرة تحمل شحنة سالبة تنبعث من المهبط، كما استطاع أن يقيس نسبة الشحنة إلى الكتلة لهذه الجسيمات، وبمقارنة هذه النسبة بالنسبة



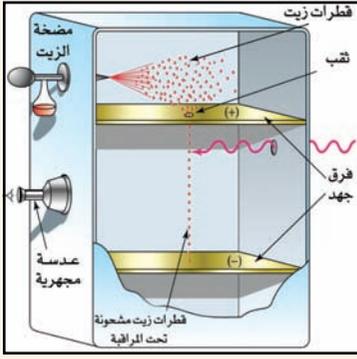
الفصل الأول: النظرية الذرية الحديثة

المماثلة لذرات مكهربة (أيونات) قيست في تجارب التحليل الكيميائي، وجد أن هذه النسبة أكبر بألف مرة من النسب المماثلة للذرات المكهربة، وقد حدا به ذلك إلى أن يستنتج أن أشعة المهبط ليست ذرات مكهربة، ولكنها جسيمات أصغر من الذرة بكثير سميت بعد ذلك بالإلكترونات.



معلومة إثرائية :

تجربة قطرة الزيت لمليكان:



شكل (١-٥) تجربة قطرة الزيت

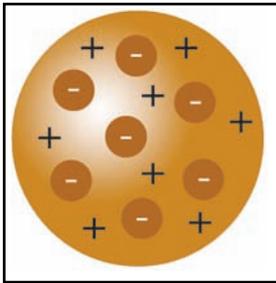
تم رش رذاذ من قطرات زيت فوق زوج من اللوحات المعدنية المتوازية كما في الجهاز الموضح وأثناء هبوط القطرة عبر ثقب باللوحه العليا تم تعريض الهواء بين اللوحين لأشعة اكس x-rays لفترة وجيزة فتأينت ذرات الغاز، والإلكترونات المنطلقة منها تلتقطها قطرة الزيت وبذلك تم إعطاؤها شحنة سالبة وبوضع شحنة كهربائية على اللوحات العليا موجبة والسفلى سالبة فإن قطرة الزيت سالبة الشحنة يمكن إيقافها معلقة، وعن طريق معرفة كتلة القطرة، وكمية الشحنة على اللوحين تمكن مليكان من حساب كمية الشحنة في قطرة الزيت.

نموذج طمسن (Thomson) لتركيب الذرة:

وضع طمسن عام ١٨٩٨م نموذجاً جديداً لتركيب الذرة يفسر وجود الشحنات الموجبة والسالبة في الذرة:

١- الذرة عبارة عن كرة مصمتة من الشحنات الموجبة تنغمس بداخلها عدد من الإلكترونات السالبة.

٢- الذرة متعادلة كهربائياً، وعدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة.

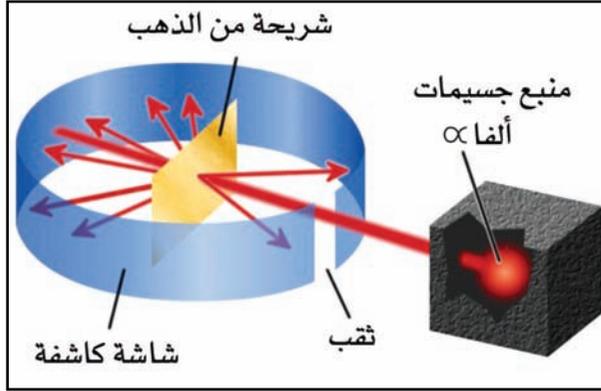
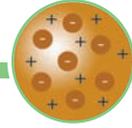


شكل (١-٦): ذرة طمسن



سؤال للتفكير

ما وجه الشبه بين ذرة دالتون وذرة طمسن؟



شكل (٧-١) تجربة رذرفورد

تجربة رذرفورد (Rutherford)

أجرى رذرفورد التجربة العملية الشهيرة باستخدام الجهاز الموضح في الشكل (٧-١).

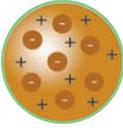
تركيب الجهاز :

- ١- أنبوبة سميكة من الرصاص بها قطعة من عنصر مشع مثل البلوتونيوم، حيث تخرج منه جسيمات ألفا.
- ٢- ألواح معدنية من الرصاص توضع متوازية أمام المصدر المشع وذلك للحصول على شعاع مستقيم من جسيمات ألفا α (He^{++}).
- ٣- صفيحة رقيقة من الذهب سمكها حوالي $0,0001$ سم.
- ٤- لوحة معدنية على هيئة دائرة غير كاملة مغطاة بطبقة من كبريتيد الخارصين ZnS الذي يعطي وميضاً عند اصطدام جسيمات ألفا به.

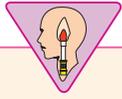
خطوات تجربة رذرفورد واستنتاجاته :

- ١- جعل رذرفورد جسيمات ألفا تصطدم باللوحة المعدنية المغطاة بكبريتيد الخارصين، وقد تمكن من تحديد مكان وعدد جسيمات ألفا المصطدمة باللوحة المعدنية، وذلك من الومضات التي ظهرت عليها.
- ٢- ثم وضع صفيحة رقيقة جداً من الذهب، بحيث تعترض مسار جسيمات ألفا قبل اصطدامها باللوحة المعدنية.

| المشاهدة | الاستنتاج |
|---|---|
| ١- معظم جسيمات ألفا نفذت دون أن تعاني أي انحراف. | معظم حجم الذرة فراغ وليست مصمتة. |
| ٢- نسبة قليلة جداً من جسيمات ألفا لم تنفذ من صفيحة الذهب وارتدت عكس مسارها . | يوجد بالذرة جزء ذو كثافة عالية ويشغل حيزاً صغيراً جداً وتتركز فيه كتلة الذرة (النواة) |
| ٣- نسبة ضئيلة جداً من جسيمات ألفا نفذت خلال صفيحة الذهب ثم انحرفت عن مسارها . | نفاذ الأشعة يعني أن معظم حجم الذرة فراغ وانحرافها يعني أنها اقتربت من جسم مشحون بشحنة مشابهة (موجبة) لذلك تنافرت معها، أي أن شحنة النواة موجبة. |



الفصل الأول: النظرية الذرية الحديثة

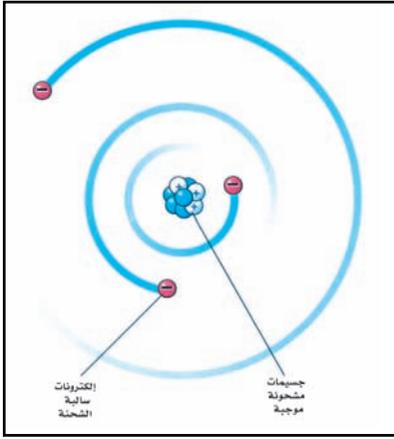


معلومات إثرائية :

أشعة ألفا α He^{++} :

تتكون من جسيمات موجبة الشحنة تبلغ شحنتها ضعف شحنة الإلكترون وكتلتها أربعة أمثال كتلة الهيدروجين تقريباً تتحرك بسرعة كبيرة $10/1$ سرعة الضوء ($1,5 \times 10^8$ سم/الثانية)، ونظراً لثقل هذه الجسيمات وانخفاض سرعتها فإنها لا تنفذ بسهولة خلال الأجسام، وعندما تسقط على لوح مغطى بطبقة من كبريتيد الخارصين يحدث وميض يمكن ملاحظته.

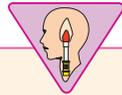
نموذج رذرفورد لتكوين الذرة :



شكل (١-٨)
نموذج رذرفورد لتكوين الذرة

من التجربة السابقة وغيرها اقترح رذرفورد نموذجاً جديداً لتكوين الذرة والذي يشير إلى أن الذرة تتكون من نواة صغيرة الحجم ثقيلة الكتلة موجبة الشحنة محاطة بإلكترونات صغيرة الحجم والكتلة وشحنتها سالبة تعادل شحنة النواة الموجبة.

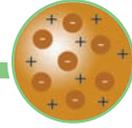
استطاع رذرفورد أن يقدر نصف قطر النواة بحوالي 10^{-13} سم، وكذلك حساب نصف قطر الذرة بحوالي 10^{-8} سم، أي أن نصف قطر النواة $1/1000000$ من نصف قطر الذرة.



معلومات إثرائية :

النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل وتصور رذرفورد للذرة:

إن تصور رذرفورد للذرة لم يكن مستقراً، نظراً لأنه لم يفسر عدم سقوط الإلكترونات داخل النواة كما كان يعتقد آن ذلك وفق النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل والتي تنص على أن الذرة تشع ضوءاً مادامت الإلكترونات قادرة على الحركة إلى أن تتوقف هذه الإلكترونات عن الحركة وتغوص في النواة. كما أن هذا التصور للذرة عجز عن تفسير بعض المشاهدات مثل طيف ذرة الهيدروجين.

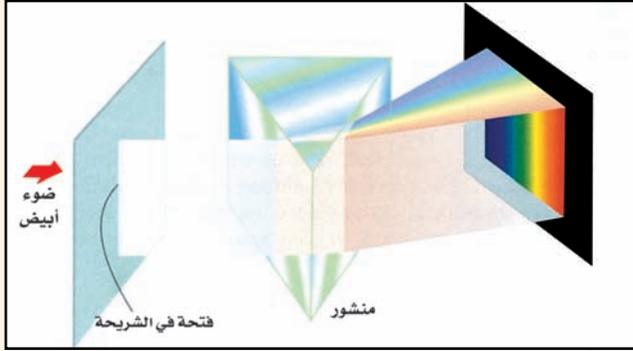


طيف ذرة الهيدروجين:

اهتم العلماء في النصف الثاني من القرن التاسع عشر بدراسة الطيف الإشعاعي للعناصر، ولما كان الهيدروجين هو أبسط العناصر فقد اهتم العلماء بدراسة طيف ذرة الهيدروجين. تعد دراسة الطيف الذري للعناصر وتفسيره من أهم الدراسات التي أدت إلى معرفة التركيب الذري، وقد قام العالم نيلزبور (Neils Bohr) بدراسات الطيف الذري ونال جائزة نوبل عام ١٩٢٢م. **الطيف الذري: هو سلسلة الترددات الضوئية الصادرة عن غاز معين بعد إثارته.**



معلومة إثرائية :



الطيف الضوئي (الطيف المستمر):

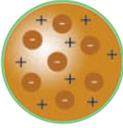
مجموعة الألوان الناتجة عن تحليل الضوء المنبعث من الشمس أو مصدر كهربائي خلال منشور. عند تعرض أي مادة صلبة أو سائلة لدرجات حرارة عالية أو طاقة كهربائية عالية فإنها تتوهج وينطلق منها (ضوء) طيف مستمر .

ويستخدم جهاز تحليل الضوء **المطياف (Spectrograph)** لفحص هذا الطيف. شكل (١-٩): تحليل الضوء وتحليل الطيف المستمر نجد أنه يتكون من عدة ألوان متداخلة مع بعضها ولا يوجد بينها حدود فاصلة.

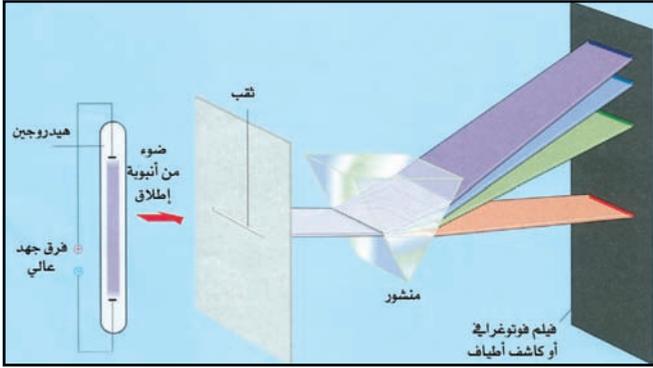
الطيف الخطي :

عند تسخين أحد الغازات أو أبخرة المواد لدرجات حرارة عالية أو تعرضها لطاقة كهربائية عالية وتحت ضغط منخفض فإنها تتوهج وينطلق منها طيف خطي عند فحصه بالمطياف نجد أنه يتكون من عدد محدود من الخطوط الملونة والمميزة .

وقد وجد أن لكل عنصر طيف خطي خاص به يختلف عن الطيف الخطي لأي عنصر آخر، أي بمعنى أن الطيف الخطي للعنصر هو خاصية أساسية ومميزة له مثل بصمة اليد للإنسان. ومن أبرز النتائج الناجحة للتحليل بالمطياف الاكتشاف الذي تحقق عام ١٨٦٨م عن وجود غاز الهيليوم في الشمس.



الفصل الأول: النظرية الذرية الحديثة



شكل (١-١٠): الطيف الخطي للهيدروجين

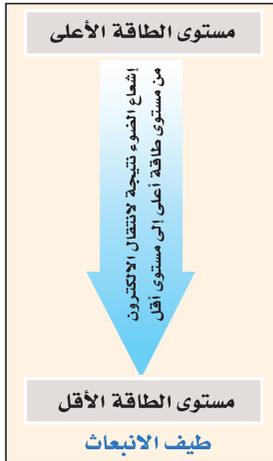
الطيف الخطي للهيدروجين:

يمر تيار كهربائي عالي الجهد في أنبوب تفريغ يحوي غاز الهيدروجين ، وعندما يصل فرق الجهد إلى درجة عالية تتحلل جزيئات غاز الهيدروجين إلى ذرات الهيدروجين التي تصدر بدورها إشعاعات ضوئية مختلفة ، وتمرر حزمة رقيقة منه إلى منشور حيث يتحلل الضوء بانكساره

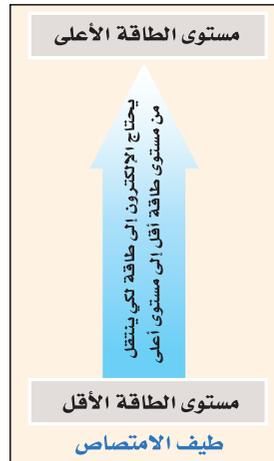
بمقادير مختلفة باختلاف ذبذبات الإشعاعات المكونة له ويسقط الضوء الخارج من المنشور بعد تحليله على لوح تصوير يمكن به قياس ذبذبات الإشعاعات المختلفة. وقد لاحظ الباحثون أن طيف ذرة الهيدروجين يتكون من إشعاعات ذات ذبذبات ثابتة القيمة، بصرف النظر عن كيفية بث هذه الإشعاعات.

وضع العلماء معادلات رياضية لحساب قيم الذبذبات لكل مجموعة متقاربة من الخطوط في الطيف لتفسير هذا الطيف ولكن هذه المحاولات بقيت أولية إلى أن نجح بور في تفسير طيف ذرة الهيدروجين كما يلي:

طيف الامتصاص:



شكل (١-١١ ب)

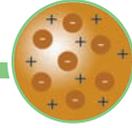


شكل (١-١١ أ)

عند إثارة ذرات الهيدروجين في أنبوب التفريغ تكتسب كميات متفاوتة من الطاقة، وتنتقل إلكتروناتها إلى مستويات طاقة أعلى منها.

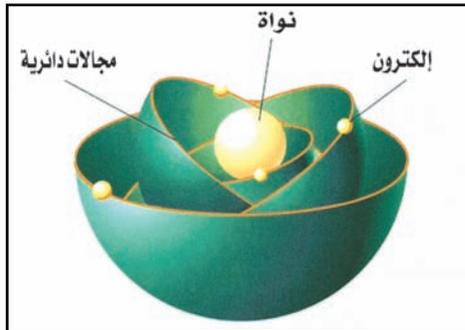
طيف الانبعاث:

نظراً لأن الإلكترونات المثارة (في مستويات الطاقة الأعلى) في وضع غير مستقر فإن الإلكترونات تعود ثانية إلى مستواها الأصلي وتفقد نفس الكمية من الطاقة المكتسبة أثناء إثارتها على شكل ضوء في مناطق محددة.



نظرية بور Boher :

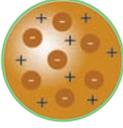
- وضع بور الفرضيات التالية والتي تشكل نظريته لتكوين الذرة عام ١٩١٣ م استناداً على بعض الحقائق التي توفرت له من أبحاث علماء الفيزياء ومن تجاربه الخاصة:
- (١) يتحرك الإلكترون في الذرة في مدار ثابت محدد، ويكون لكل مدار يتحرك فيه الإلكترون طاقة محددة ثابتة تتوقف على قربه أو بعده عن النواة.
 - (٢) يعبر عن كل مدار بعدد صحيح يسمى عدد الكم الرئيسي (Principal Quantum No.) والذي يبدأ بعدد الكم (١) لأقرب مدار من النواة ويرمز له بالرمز (K) وقد وجد أن أقصى عدد لمستويات الطاقة (المدارات) في الذرات المعروفة وهي في الحالة المستقرة هو سبعة فقط.
 - (٣) لا تشع الذرة ضوءاً عندما تتحرك الإلكترونات في الذرة كل في مداره الثابت ، ولكن تشع الضوء إذا انتقل الإلكترون من مجال ذي طاقة معينة إلى مدار آخر ذي طاقة أقل فإن الذرة تشع ضوءاً وطاقة هذا الضوء تساوي الفرق بين طاقتي المدارين.
 - (٤) يتبع الإلكترون في تحركه ضمن المدار المحدد له مساراً دائرياً حول النواة؛ مما يؤدي إلى تكوين قوة طاردة مركزية تعادل قوة جذب النواة للإلكترونات.



| رقم المستوى | الأول | الثاني | الثالث | الرابع | الخامس | السادس | السابع |
|------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| الرمز | K | L | M | N | O | P | Q |
| عدد الكم الرئيسي | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ |

جدول (١-١) : مستويات الطاقة الرئيسية

شكل (١-١٢) : نموذج الذرة حسب نظرية بور



الفصل الأول: النظرية الذرية الحديثة

قصور نموذج بور للذرة:

- (١) لم تنجح نظرية بور في تفسير أطيايف ذرات العناصر الأكثر تعقيداً من ذرة الهيدروجين.
 - (٢) افترض بور أنه يمكن تعيين مكان وسرعة الإلكترون معاً بدقة تامة في نفس الوقت .
 - (٣) افترض أن الإلكترون يتحرك في مسار دائري مستوي وهذا يعني أن ذرة الهيدروجين مسطحة وقد ثبت أن الذرة فراغية ذات ثلاث أبعاد.
 - (٤) اعتبر أن الإلكترون مجرد جسيم مادي سالب الشحنة ولم يأخذ في الاعتبار الخاصية الموجية للإلكترون.
- بالرغم من قصور نظرية بور في إعطاء نموذج متكامل لتكوين الذرة وخاصة حركة الإلكترون حول النواة إلا أنها أرست بعض القواعد الثابتة ووجهت تفكير العلماء في الاتجاه الصحيح ، ولقد حدثت كل هذه النواقص في نظرية بور الذرية بالعلماء إلى التطلع لنظرية أعم وأقوى لتفسير تكوين الذرة .

الجهود التي أدت إلى تطور نظرية بور الذرية:

١- الطبيعة المزدوجة للإلكترون:

سبق أن درسنا في تجارب طمس أن الإلكترون عبارة عن جسيم مادي سالب الشحنة وهو ما اعتمد عليه بور في نظريته الذرية ، ولكن أثبتت التجارب أن للإلكترون خاصية موجية .

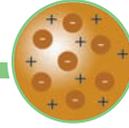


معلومة إثرائية :

أمكن التوصل إلى حقيقة الخاصية الموجية للإلكترونات من خلال المشاهدات التالية :
(أ) عند مرور الإلكترونات خلال فتحات ضيقة أو خلال بعض البلورات فإن بعضها يحيد عن مساره الأصلي ولا يمر من خلال تلك الفتحات.
(ب) أمكن تجميع الإلكترونات في بؤرة وانعكاسها منها.

* ظاهرة الحيود:

هي خاصية من خصائص الضوء إذا مر الضوء خلال ثقب صغير جداً عرضه يساوي طول الموجة الضوئية فإن الثقب يتصرف وكأنه مصدر للضوء يؤدي إلى بعثرة الضوء في جميع الاتجاهات.



وقد وضع العالم دي برولي الفرض التالي لتفسير الطبيعة الموجية للإلكترون.

مبدأ دي برولي Debrogile:

" كل جسيم متحرك تصاحبه حركة موجية لها بعض خصائص الموجات الضوئية. "

ويتضح من المعادلة التالية التي وضعها دي برولي:

$$\text{طول الموجة} = \frac{\text{ثابت بلانك}}{\text{كتلة الجسم} \times \text{سرعته}}$$

أنه كلما زادت كتلة الجسم المتحرك فإن طول الموجة المصاحبة لحركته تكون قصيرة جداً ، وحيث إن كتلة الإلكترون صغيرة جداً لذلك يكون طول الموجة المصاحب لحركته كبيراً ويمكن قياسه عملياً.

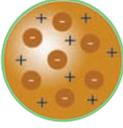
(٢) مبدأ عدم التأكد لهايزنبرج Heisinberge :

افتترضت نظرية بور للذرة أنه يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون معاً بكل دقة في وقت واحد وقد توصل هايزنبرج باستخدام ميكانيكا الكم إلى استحالة حدوث ذلك عملياً ، لأن حركة الإلكترون الموجية ليس لها مكان محدد ، وإنما يمكن تحديد أماكن معينة تكون فيها شدة الموجة أكبر من غيرها وهي المناطق التي تكون فيها سعة الموجة أكبر ما يمكن، وينص مبدأ عدم التأكد على أنه :

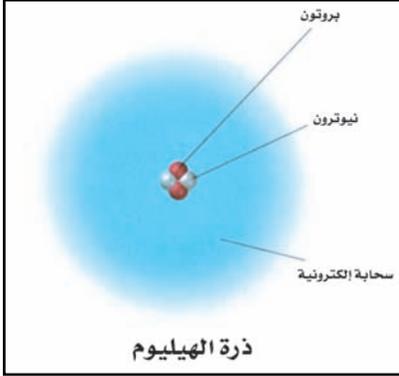
يستحيل عملياً تحديد مكان وسرعة الإلكترون معاً في وقت واحد ولكن ذلك يخضع لقوانين الاحتمالات.

(٣) المعادلة الموجية لشرودينجر Schrodinger:

وضع شرودينجر عام ١٩٢٦م المعادلة الموجية لحركة الإلكترون وبواسطتها أمكن معرفة احتمال وجود الإلكترون في منطقة ما من الفضاء المحيط بالنواة ، وأصبح مفهوم السحابة الإلكترونية نموذجاً مقبولاً لوصف المجال (Orbital) وبذلك أصبح الفراغ بين مستويات الطاقة غير خال من الإلكترونات.



الفصل الأول: النظرية الذرية الحديثة



شكل (١-١٣)
السحابة الإلكترونية لذرة الهيليوم

السحابة الإلكترونية :

هي منطقة في الفضاء المحيط بالنواة والتي يحتمل وجود الإلكترون فيها في كل الاتجاهات والأبعاد.

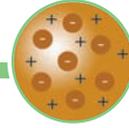
يلاحظ وجود الإلكترون في كل الاتجاهات والأبعاد حول النواة وفي بعض الأماكن تكون الكثافة الإلكترونية أكثر من غيرها، ويكون احتمال وجود الإلكترون فيها أكبر ما يمكن وهذا ما يسمى بالمجال الإلكتروني، وعن طريقه يتم تحديد نصف قطر الذرة وتجمعها.

النظرية الذرية الحديثة:

بناءً على الجهود السابقة لفهم تركيب الذرة ابتداءً من نظرية دالتون ومروراًً بنظرية بور والتجارب التي تلتها تكامل تصورنا عن الذرة فيما أصبح يعرف بالنظرية الذرية الحديثة، لقد بينت هذه النظرية أن الذرة تتكون من نواة تحتوي على الشحنة الموجبة (البروتونات) تتركز فيها معظم كتلة الذرة محاطة بإلكترونات سالبة الشحنة تتحرك بسرعة كبيرة جداً حوالي ٢٠٠٠ كم/ث بحيث تكون لها خواص الموجات بموجب معادلات رياضية معينة، وتشغل مناطق من الفراغ حول النواة، ولها طاقات معينة، ولا يزيد احتمال وجود الإلكترونات خارج هذه المناطق عن ١٠٪، ويمكن حساب طاقات هذه المناطق من المعادلات الرياضية التي تحكم الحركة الموجية للإلكترونات، كما يمكن حساب أبعاد المجالات الإلكترونية وأشكالها الهندسية، فيما يعرف بالأعداد الكمية.

الأعداد الكمية (Quantum number) :

عند معالجة المعادلات الرياضية التي تحكم الحركة الموجية للإلكترونات داخل الذرة وحساب طاقة المجالات، نجد أنه ينتج عن هذه المعالجة أن الإلكترونات لا يسمح لها بالتحرك إلا في مجالات معينة ذات طاقات وأحجام وأشكال محددة وتعين هذه الطاقات والأحجام أعداد أربعة تسمى **الأعداد الكمية**، وهي أعداد تظهر كنتيجة رياضية منطقية تحدد طاقات وأحجام وأشكال المجالات الإلكترونية.



أولاً: العدد الكمي الرئيسي Principal Quantum number :

يرمز له بالحرف ن (n) ويحدد هذا الرقم الحجم الفعّال للمجال وطاقته بحيث تكون الطاقة:

$$E_n = \frac{\text{ثابت}}{n^2}$$

ملحوظة :

الإشارة السالبة تعني أن طاقة الإلكترون طاقة وضع (كامنة) سببها جذب النواة للإلكترون ويزداد مقدار هذه الطاقة بزيادة قربها من النواة.

وهي نفس النتيجة التي حصل عليها بور من نظريته لتركيب ذرة الهيدروجين.

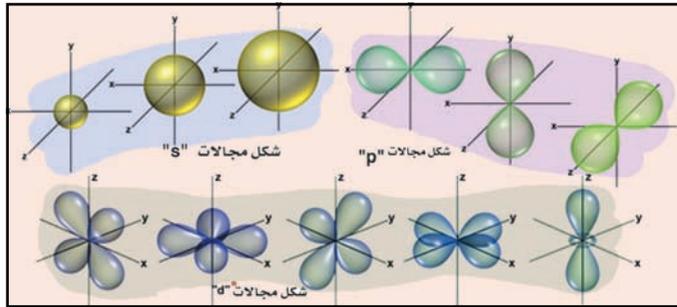
ويأخذ هذا العدد الكمي الرئيسي أعداداً صحيحة موجبة دائماً أي أن : ن = ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧

ثانياً: العدد الكمي المجالي (الثانوي) Orbital (Secondary) Quantum number :

يرمز له بالحرف ل (l)، وتحدد قيمة هذا الرقم شكل المجال الذي يتحرك فيه الإلكترون، ويأخذ قيمةً

موجبة صحيحة ابتداءً من صفر ولا تزيد عن (ن-١) أي أن ل = صفر، ١، ٢، ٣.

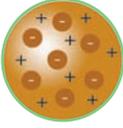
| عدد الكم المجالي (الثانوي) (l) | صفر | ١ | ٢ | ٣ |
|--------------------------------|------|------------|------|-----------|
| الشكل | كروي | أجراس صماء | معقد | معقد جداً |
| الرمز | s | p | d | f |



شكل (١-١٤): أشكال المجالات الفرعية (*)

فإذا كانت ل = صفر فإن شكل المجال يكون كروياً ونرمز له بالرمز s، وإذا كانت ل = ١ فإن شكل المجال يكون كالأجراس الصماء حول المحاور الكارتيزية الثلاثة، ونرمز له بالرمز p، وإذا كانت ل = ٢ فإن شكل المجال يكون معقداً ونرمز له بالرمز d وإذا كانت ل = ٣ فإن شكل المجال يكون معقداً جداً ونرمز له بالرمز f.

* لا يطالب الطالب برسم أشكال المجالات d في عمليات التقويم.



ثالثاً: العدد الكمي الاتجاهي (المغناطيسي) : Magnetic Quantum number

يرمز له بالحرفين (m_l) ويحدد هذا العدد اتجاه المجال الفراغي بالنسبة لمحور معين ثابت ، فلو أثر مجال مغناطيسي على الذرة في اتجاه معين لأمكن اعتبار خط عمل المجال هو المحور الثابت ، ولاتخذت المجالات الفرعية اتجاهات معينة بالنسبة لهذا المحور تحدها قيم العدد الكمي الاتجاهي (المغناطيسي) .
ويأخذ العدد الكمي الاتجاهي (المغناطيسي) (m_l) أي قيمة صحيحة سالبة أو موجبة بحيث لا تقل عن ($-l$) ولا تزيد عن ($+l$) أي أن : $m_l = -l, -l+1, \dots, -1, 0, +1, \dots, +l$.
فإذا كانت $l=0$ فإن القيم الممكنة للعدد الكمي m_l هي : صفر أي أن شكل المجال كروي واتجاهه صفر .
إذا كانت $l=1$ فإن القيم الممكنة للعدد الكمي m_l هي : $-1, 0, +1$ بالترتيب أي أن شكل المجال الفرعي هو الأجراس الصماء الممتدة على الاتجاهات الثلاثة س ، ص ، ع (x, y, z) أي أن هناك مجالات فرعية ثلاثة تختلف في اتجاهها بالنسبة إلى محور ثابت معين وهذا الاتجاه تحده قيمة m_l فهناك المجال الفرعي ($m_l = -1$) ، ($m_l = 0$ = صفر) ، ($m_l = +1$) . وقد اصطلح أن يرمز لهذه المجالات الفرعية p_x, p_y, p_z بالرموز على التوالي .

أما إذا كانت $l=2$ فإن القيم الممكنة للعدد الكمي m_l هي : $-2, -1, 0, +1, +2$ على الترتيب .

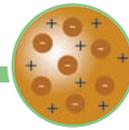


تدريب (١-١) :

إذا كانت $l=3$ فما القيم الممكنة للعدد الكمي m_l ؟ كم عدد المجالات الفرعية؟

رابعاً: العدد الكمي الدوراني (المغزلي) Spin Quantum number

يحدد هذا العدد اتجاه حركة الإلكترون حول نفسه ويسمى العدد الكمي الدوراني (المغزلي) يرمز له بالحرفين (m_s) ، إذ أنه بالإضافة إلى حركة الإلكترون الذاتية في مجال معين فإن الإلكترون يدور حول نفسه ويمكن تصور اتجاهين لهذا الدوران أحدهما في اتجاه عقارب الساعة مثلاً والآخر في عكس اتجاه عقارب الساعة . ولما كان دوران أية شحنة كهربية ينتج عنه مجال مغناطيسي فإن لاتجاه دوران الإلكترون أهمية كبرى في حساب الطاقة في الذرة والمركبات .



وقد اتفق على أن يُعطى أحد اتجاهي دوران الإلكترون قيمة هي $(+\frac{1}{2})$ وبالتالي فإن الدوران في الاتجاه المعاكس يأخذ القيمة $(-\frac{1}{2})$ ، ولا يرتبط العدد الكمي المغزلي بالأعداد الكمية الأخرى.

| عدد الكم | الرمز | القيم | أهميته |
|-----------------------|-------|---|------------------------------------|
| الرئيسي | n | ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧ | يحدد حجم وطاقة المجال الإلكتروني |
| المجال (الثانوي) | l | يأخذ الأعداد: صفر ١، ٢، ٣ | تحديد شكل المجال |
| الاتجاهي (المغناطيسي) | m_l | يأخذ الأعداد من $(-l)$ ، صفر، $(+l)$ لكل l | يحدد اتجاه المجال الفرعي في الفراغ |
| الدوراني (المغزلي) | m_s | يأخذ الأعداد من $(+\frac{1}{2})$ و $(-\frac{1}{2})$ لكل m_l | يحدد اتجاه حركة الإلكترون حول نفسه |

جدول (١-٢) : الأعداد الكمية الأربعة ووظائفها

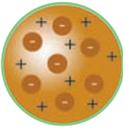
مثال: (١-١)



صمم جدولاً لتحديد فيه أعداد الكم الأربعة للمستويات الرئيسية $n = 1, 2, 3$

| الحل | | | | | |
|-------|-------------------|---------------------------------------|---|---|---|
| n | ١ | ٢ | ٣ | | |
| l | صفر | صفر، ١ | صفر، ١، ٢ | ٢ | ٣ |
| m_l | صفر | صفر، ١، -١ | صفر، ١، -١، ٢، -٢ | ٢ | ٣ |
| m_s | $\frac{1}{2} \pm$ | $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ | $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ | $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ | $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ ، $\frac{1}{2} \pm$ |

جدول (١-٣) القيم الممكنة للأعداد الكمية حتى المستوى الثالث



الفصل الأول: النظرية الذرية الحديثة

تدريب (٢-١):

اكتب الأعداد الكمية إذا كان العدد الكمي الرئيسي يساوي ٤ .



تذكر أن :

عدد الإلكترونات

$1s^1$

عدد الكم الرئيسي

رمز عدد الكم المجالي

تدريب (٣-١) أكمل الفراغات في الجدول التالي:

| الرمز | ل | ن |
|-------|-----|---|
| | صفر | ١ |
| 2s | | |
| | ١ | ٣ |
| 3d | | |
| | ٣ | ٤ |



طاقة المجالات الإلكترونية الفراغية:

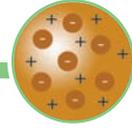


ذكرنا سابقاً أنه يمكن بمعادلات رياضية معينة حساب طاقة المجالات الإلكترونية التي تقطنها الإلكترونات، كما ذكرنا أن العدد الكمي الرئيسي (ن) يحدد بشكل عام طاقة المجال الإلكتروني ويتضح من المعادلة:

$$ط = - \frac{\text{ثابت}}{ن^2}$$

إن طاقة المجال (ط) تزداد بازدياد قيمة (ن)، وعليه فإن طاقة الإلكترون في المجال الذي فيه $ن=١$ أقل منها في المجال الذي فيه $ن=٢$ وهكذا. فإذا نظرنا إلى المجال الفرعي $1s$ والمجال الفرعي $2s$ نجد أن هذا الأخير أكبر حجماً وأكثر طاقة من المجال $1s$. أي أنه يمكن أن نرتب طاقة المجالات الرئيسية كما يلي:

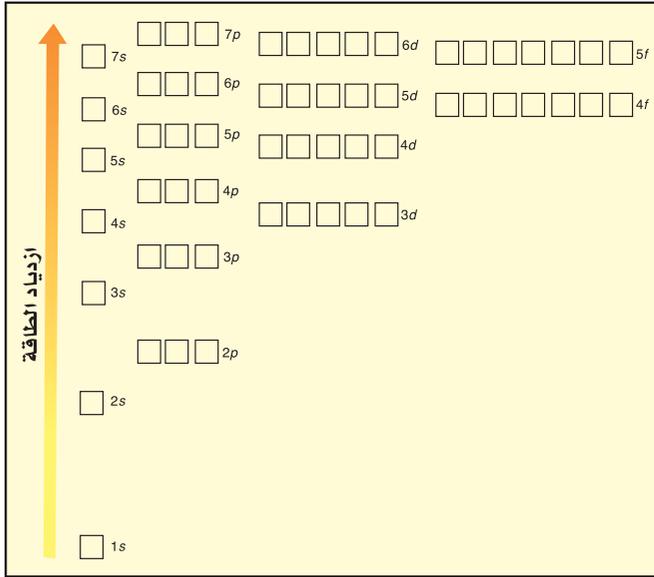
$$طاقة المجال الرئيسي \quad ١ > ٢ > ٣ > ٤ > ٥ > ٦ > ٧$$



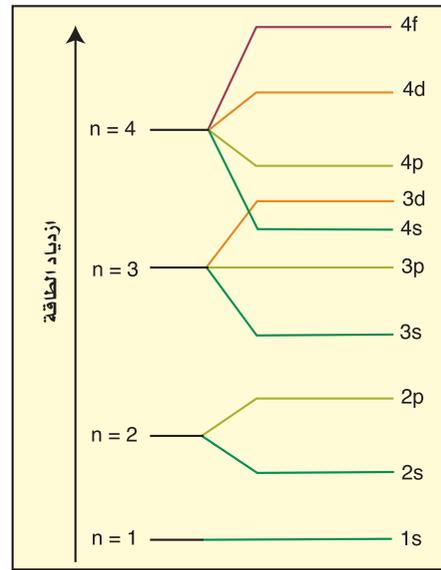
وإذا نظرنا إلى المجال الفرعي 2s والمجال الفرعي 2p نلاحظ أن المجال الفرعي 2p أكبر حجماً وأكثر طاقة من المجال الفرعي 2s، أي أنه يمكن أن ترتب طاقة المجالات الفرعية في مستوى الطاقة الرئيسي

الواحد على النحو التالي : $f > d > p > s$

أما بالنسبة لعدد الكم المغناطيسي (m_l) فلا أثر لتغير قيمته على طاقة المجال ضمن قيمة واحدة للعددين (n) و (l) أي أن المجال الفرعي $2p_x$ مثلاً له نفس طاقة المجال الفرعي $2p_y$ أو $2p_z$ وكذلك عدد الكم المغزلي ليس له تأثير على طاقة المجالات الإلكترونية، والآن يمكننا ترتيب المجالات الإلكترونية حسب طاقاتها كما في الشكل التالي:



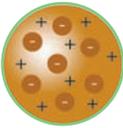
شكل (ب) (١-١٥): مستويات الطاقة



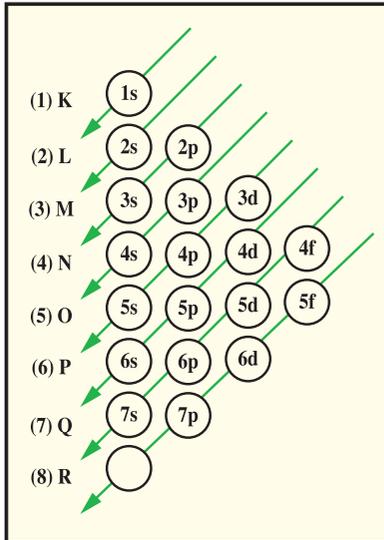
شكل (أ) (١-١٥): مستويات الطاقة

ويلاحظ أن هناك استثناءات لما ذكرناه سابقاً في ترتيب طاقة المجالات الإلكترونية باختلاف العدد الكمي الرئيسي التابع له، إذ نرى أن المجال 4s مثلاً أقل طاقة من المجال 3d والمجال 5s أقل طاقة من المجال 4d ويمكننا القول عموماً إن المجال ns أقل طاقة من المجال (n-1) d دائماً في الذرات المتعادلة الشحنة.

وبالجمله فإنه : كلما زادت قيمة (ن + ل) زادت طاقة المجال، وعند تساوي القيمتين تزداد طاقة المجال بزيادة قيمة (ن).



توزيع الإلكترونات في ذرات العناصر (البنية الإلكترونية للذرات):



شكل (١-١٦)

الشكل التخطيطي للتوزيع الإلكتروني

أما وقد عرفنا مجالات الإلكترونات حول النواة، حجماً وشكلاً وطاقةً، فما علينا إلا أن نوزع الإلكترونات في مجالاتها لنحصل على تصور معقول لترتيب ذرة كل عنصر، ولنعمل ذلك علينا أن نتبع قواعد محددة وهي:

أولاً: توضع الإلكترونات في المجالات المتوفرة لها بدءاً بالمجالات ذات الطاقة الأقل نظراً لأن كل شيء في الكون يسعى طبيعياً إلى الوضع الذي تكون طاقته فيه أدنى مستوى ممكن، أي أننا نبدأ بالمجال 1s ثم المجال 2s ثم 2p وهكذا، ويمكن الاستفادة من قاعدة الأسهم التالية في تحديد ترتيب مجالات الطاقة الأقل ثم الأعلى.

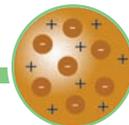
ثانياً: لا يسمح لأي إلكترون بأن تكون له قيم الأعداد الكمية الأربعة

مماثلة جميعها لقيم الأعداد الكمية للإلكترون آخر في نفس الذرة حسب مبدأ باولي للاستبعاد **Pauli's exclusion principle** الذي ينص على أنه: في الذرة الواحدة لا يمكن أن يتواجد إلكترونان يشتركان في جميع أعداد الكم الأربعة.

ولتوضيح ذلك لنفرض أننا شرعنا في ملء المجال 1s بالإلكترونات فوضعنا أول إلكترون، ثم وضعنا فيه الإلكترون الثاني، لنقارن الآن بين الأعداد الكمية للإلكترونين:

إن كلاهما له: $n=1$, $l=0$, $m=0$, $s=+\frac{1}{2}$ ، غير أن $m_s = +\frac{1}{2}$ للإلكترون الأول وبموجب مبدأ باولي يجب أن تكون $m_s = -\frac{1}{2}$ للإلكترون الثاني.

أي أن الإلكترون الأول يدور حول نفسه في اتجاه عقارب الساعة والإلكترون الثاني يدور حول نفسه في اتجاه معاكس لاتجاه عقارب الساعة ويسمى هذان الإلكترونان **بالزوج الإلكتروني**.



ويمكن أن نبسط هذه الفكرة بأن نمثل كل مجال إلكتروني فرعي بمربع ونمثل الإلكترونات بأسهم تتجه إلى أعلى إذا كانت قيمة $m_s = +\frac{1}{2}$ وإلى الأسفل إذا كانت قيمة $m_s = -\frac{1}{2}$ والسعة القصوى للمربع إلكترونان. وعلى ذلك فإن سعة المجال الفرعي s إلكترونان ، وسعة المجال الفرعي p ستة إلكترونات ، وسعة المجال الفرعي d عشرة إلكترونات ، والمجال الفرعي f أربعة عشر إلكترونات .

| رمز المجال الثانوي | عدد المجالات الفرعية | عدد الإلكترونات |
|--------------------|----------------------|-----------------|
| s | 1 | 2 |
| p | 3 | 6 |
| d | 5 | 10 |
| f | 7 | 14 |

جدول (٤-١) : سعة المجالات الفرعية

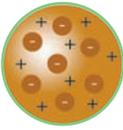
تدريب (٤-١) :

في كل حالة مما يلي ، هل يستطيع إلكترون في ذرة ما أن يأخذ الأعداد الكمية المحددة ؟ فسر إجابتك.

- أ) ن = ٢ ، ل = ٣ ، $m_l = ٢$ ، $m_s = -\frac{1}{2}$ ،
 ب) ن = ٣ ، ل = ٢ ، $m_l = ٢$ ، $m_s = +\frac{1}{2}$ ،
 ج) ن = ١ ، ل = صفر ، $m_l = صفر$ ، $m_s = +\frac{1}{2}$ ،
 د) ن = ٢ ، ل = ٢ ، $m_l = ١$ ، $m_s = -\frac{1}{2}$ ،

ثالثاً: تملأ المجالات الفرعية المتساوية في الطاقة بحيث يكون لها نفس اتجاه حركة الدوران حول نفسها، ويتضح ذلك من خلال قاعدة هُنْد (Hund's Rxule) والتي تنص على ما يلي :

" تعتمد الإلكترونات في ملئها المجالات إلى جعل حركة دورانها حول نفسها في نفس الاتجاه ما أمكنها ذلك ، عند تساوي جميع الاختيارات الأخرى ". وقد اصطلح الكيميائيون على أن يأخذ المجال $2p_x$ القيمة (-١) ، ويأخذ المجال $2p_y$ القيمة (صفر) ، بينما يأخذ المجال $2p_z$ القيمة $(+١)$.



الفصل الأول: النظرية الذرية الحديثة

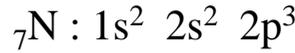
مثال: (٢-١)



اكتب التوزيع الالكتروني لعنصر (N₇)، موضحاً على الرسم رمز كل مجال فرعي والعدد الكمي المجالي.

الحل

أولاً: نكتب التوزيع الالكتروني:



ثانياً: نرتب الإلكترونات كل في مجاله:

| | | | |
|-----------------------|-----|-----|---|
| التوزيع حسب قاعدة هند | | | |
| رمز المجال الفرعي | 1s | 2s | 2p _x 2p _y 2p _z |
| العدد الكمي المجالي | صفر | صفر | ١- صفر ١+ |

تدريب (١-٥):



املاً المجال 2p بالإلكترونات، ثم حدد الأعداد الكمية الأربعة لكل إلكترون.



سؤال للتفكير

إذا علمت أن أعداد الكم لآخر إلكترون في ذرة ما كما يلي:

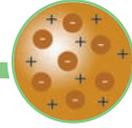
$$n = 2, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$$

فكم يكون عددها الذري؟ وماذا تتوقع أن يكون هذا العنصر؟



تذكراً:

العدد الذري = عدد الإلكترونات = عدد البروتونات في الذرة.



والآن نحاول باتباع القواعد الثلاث (طاقة المجالات ، ومبدأ باولي ، وقاعدة هند) أن نوزع ذرات العناصر المعروفة فعنصر الهيدروجين ذو العدد الذري = 1 يحوي إلكترونًا واحدًا ويقطن هذا الإلكترون المجال 1s ويرمز للتوزيع الإلكتروني له بالرمز: $(1s^1)$.

وبإضافة إلكترون آخر نحصل على عنصر الهيليوم ذي التوزيع الإلكتروني: $(1s^2)$.

والتوزيع الإلكتروني لليثيوم: $(1s^2 2s^1)$

والتوزيع الإلكتروني للنيون Ne: $(1s^2 2s^2 2p^6)$

وهكذا نحصل على التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر.



تذكر أن :

الأيون الذري (Monoatomic Ion): هو المادة التي تنتج عند فقد أو اكتساب ذرة العنصر إلكترونًا أو أكثر.

الأيون الموجب (Cation): ذرة العنصر عند فقدانها إلكترونًا أو أكثر $A \rightarrow A^+ + 1e^-$

الأيون السالب (Anion): ذرة العنصر عند اكتسابها إلكترونًا أو أكثر $A + 1e^- \rightarrow A^-$

تدريب (٦-١) :



بالرجوع إلى الجدول الدوري اكتب التوزيع الإلكتروني لكل مما يلي : Mg^{++} ، Br^- ، Zn ، Cl ، Ca

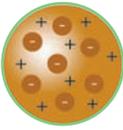


وقفظة تأمل :

١- يمكن تشبيه دوران الإلكترونات حول النواة، وعدم سقوطها داخل النواة بدوران الكواكب الشمسية حول الشمس، فهي تدور حولها منذ ملايين السنين ولم تسقط هذه الكواكب داخل الشمس فكان الذرة ما هي إلا مجموعة شمسية ولكنها في منتهى الصغر وهذا يدل على عظم قدرة الله سبحانه وتعالى الذي خلق هذه المجموعات الشمسية بضخامتها ودقة حركتها وهذه الذرات المتناهية في الصغر وبهذا التشكيل الدقيق الموحد، قال تعالى : ﴿ وَالشَّمْسُ بَجْرِى لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ

تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ ﴿٢٨﴾ وَالْقَمَرَ قَدَرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ ﴿٣٦﴾ لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ

القَمَرَ وَلَا الْيَلُّ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾ سورة يس .



أسئلة وتمارين

(١-١) ما المقصود بالمصطلحات التالية :

أ) أشعة المهبط ب) الإلكترون ج) نواة الذرة د) المجال الإلكتروني.

(٢-١) ما الإضافة العلمية التي أضافتها كلٌّ من : تجارب فاراداي، تجارب التفريغ الكهربائي في فهم

تركيب الذرة؟

(٣-١) ما التجارب العملية التي استند إليها بور في استنتاج أن الإلكترونات تشغل مستويات محددة من الطاقة، وما هي نواقص نظرية بور للذرة؟ وكيف أمكن تعديل النظرية لتلافي

هذا القصور؟

(٤-١) قارن بين كل من :

أ- ذرة رذرفورد وذرة بور.

ب- طيف الامتصاص وطيف الانبعاث.

ج- نظرية بور والنظرية الذرية الحديثة.

د- العدد الكمي المجالي والعدد الكمي الإتجاهي.

(٥-١) من خلال معرفة العدد الكمي الرئيسي والمجالي أيهما أعلى طاقة لكل من :

أ - (3d - 4s) ب - (6p - 7s) ج - (5d - 6s)

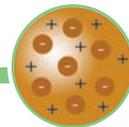
(٦-١) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- العالم الذي وضع المعادلة الموجية لحركة الإلكترون في الذرة هو :

أ - هايزنبرج ب- بور ج- دي براولي د- شرودنجر

٢- القيم التالية (ن = ٤ ، ل = ١ ، م_ز = -١ ، م_ز = +١) هي للإلكترون الموجود في :

أ- 4s¹ ب- 4p¹ ج- 4d¹ د- 4p²



٣- العدد الذي يحدد اتجاه المجال الفراغي بالنسبة لمحور معين ثابت هو العدد الكمي :
أ- الرئيسي ب- المجالي (الثانوي) ج- الاتجاهي (المغناطيسي) د- الدوراني (المغزلي)

(٧-١) علل ما يلي :

- ١) عدم سقوط الإلكترون في نواة الذرة.
- ٢) الذرة متعادلة كهربياً.
- ٣) ارتداد عدد قليل جداً من جسيمات ألفا عند اصطدامها بصفيحة الذهب في تجارب رذرفورد.
- ٤) طاقة المجال ns في الذرة المتعادلة أقل من طاقة المجال d (n-١) .
- ٥) نجحت نظرية بور في تفسير طيف ذرة الهيدروجين بينما لم تنجح في تفسير أطياف الذرات الأخرى.

(٨-١) اكتب التوزيع الإلكتروني الكامل لكل من العناصر والأيونات التالية:

La ، Ti ، S ، C¹⁻ ، Ca⁺⁺ ، Na

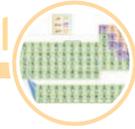
أهداف الفصل

- ١- تحدد الإلكترونات المؤثرة في الخواص الكيميائية للعنصر.
- ٢- تفسر التغير في الحجم الذري للعناصر في الدورة والمجموعة.
- ٣- توضح سبب تدرج طاقة التأين في الجدول الدوري.
- ٤- تبين أهمية طاقة التأين في دراسة كيمياء العناصر.
- ٥- تفسر التدرج في الألفة الإلكترونية للعناصر في الجدول الدوري.
- ٦- توضح العوامل التي تعتمد عليها السالبية الكهربائية، وكيفية تدرجها في الجدول الدوري.
- ٧- توضح تقسيم العناصر في الجدول الدوري بناءً على خواصها الكهربائية.
- ٨- تحدد أعداد الأكسدة لعناصر المجموعات الرئيسية في الجدول الدوري.

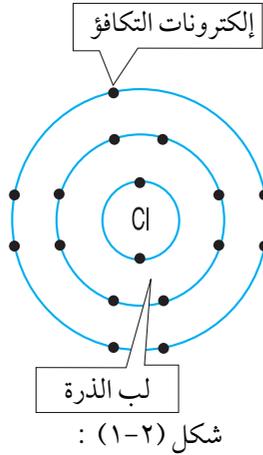
نتائج

الترتيب الدوري للعناصر

| العدد الذري | الرمز | الاسم العربي | الاسم اللاتيني |
|-------------|-------|--------------|----------------|
| 1 | H | هيدروجين | Hydrogenium |
| 2 | He | هيليوم | Helium |
| 3 | Li | ليثيوم | Lithium |
| 4 | Be | بريليوم | Beryllium |
| 5 | B | بورون | Boron |
| 6 | C | كربون | Carbonium |
| 7 | N | نتروجين | Nitrogenium |
| 8 | O | أكسجين | Oxygenium |
| 9 | F | فلور | Fluorine |
| 10 | Ne | نيون | Neon |
| 11 | Na | صوديوم | Natrium |
| 12 | Mg | مغنيسيوم | Magnesium |
| 13 | Al | ألومنيوم | Aluminium |
| 14 | Si | السيليكون | Silicium |
| 15 | P | فوسفور | Phosphorus |
| 16 | S | كبريت | Sulfur |
| 17 | Cl | كلور | Chlorine |
| 18 | Ar | أرجون | Argon |
| 19 | K | بوتاسيوم | Potassium |
| 20 | Ca | كالكسيوم | Calcium |
| 21 | Sc | سكانديوم | Scandium |
| 22 | Ti | تيتانيوم | Titanium |
| 23 | V | فاناديوم | Vanadium |
| 24 | Cr | كروم | Chromium |
| 25 | Mn | منجنيز | Manganese |
| 26 | Fe | حديد | Ferrium |
| 27 | Co | كوبالت | Cobaltum |
| 28 | Ni | نيكيل | Nickelium |
| 29 | Cu | نحاس | Cuprum |
| 30 | Zn | زنك | Zincum |
| 31 | Ga | جالوم | Gallium |
| 32 | Ge | جرمانيوم | Germanium |
| 33 | As | زرنيخ | Antimonium |
| 34 | Se | سيلينيوم | Selenium |
| 35 | Br | بروم | Bromine |
| 36 | Kr | كربون | Krypton |
| 37 | Rb | روبيديوم | Rubidium |
| 38 | Sr | سترونشيوم | Strontium |
| 39 | Y | يتريم | Yttrium |
| 40 | Zr | زركونيوم | Zirconium |
| 41 | Nb | نيوبيوم | Niobium |
| 42 | Mo | موليبدينوم | Molybdenum |
| 43 | Tc | تكنيشيوم | Technetium |
| 44 | Ru | روثينيوم | Ruthenium |
| 45 | Rh | رودنيوم | Rhodium |
| 46 | Pd | بالاديوم | Palladium |
| 47 | Ag | فضة | Argentum |
| 48 | Cd | كاديوم | Cadmium |
| 49 | In | إنديوم | Indium |
| 50 | Sn | قصدير | Stannum |
| 51 | Sb | ستيبون | Antimonium |
| 52 | Te | تلوريوم | Tellurium |
| 53 | I | يود | Iodine |
| 54 | Xe | زينون | Xenon |
| 55 | Cs | سيزيوم | Cesium |
| 56 | Ba | باريوم | Barium |
| 57 | La | لانثانوم | Lanthanum |
| 58 | Ce | سيريوم | Cerium |
| 59 | Pr | بروسميوم | Praseodymium |
| 60 | Nd | نيوديميوم | Niodymium |
| 61 | Pm | برومبيوم | Promethium |
| 62 | Sm | ساماريوم | Samarium |
| 63 | Eu | يوروبيوم | Europium |
| 64 | Gd | جادولينيوم | Gadolinium |
| 65 | Tb | تربيوم | Terbium |
| 66 | Dy | ديسبريميوم | Dysprosium |
| 67 | Ho | هولميوم | Holmium |
| 68 | Er | إربيوم | Erbium |
| 69 | Tm | تولميوم | Thulium |
| 70 | Yb | يوتربيوم | Ytterbium |
| 71 | Lu | لوثرشيوم | Lutetium |
| 72 | Hf | هافنيوم | Hafnium |
| 73 | Ta | تانتالوم | Tantalum |
| 74 | W | ولفرام | Tungsten |
| 75 | Re | رينيوم | Rhenium |
| 76 | Os | أوسميوم | Osmium |
| 77 | Ir | إيريديوم | Iridium |
| 78 | Pt | بلاتين | Platinum |
| 79 | Au | ذهب | Aurum |
| 80 | Hg | زئبق | Mercurium |
| 81 | Tl | ثاليوم | Thallium |
| 82 | Pb | رصاص | Plumbum |
| 83 | Bi | بزموت | Bismuthum |
| 84 | Po | بولونيوم | Polonium |
| 85 | At | أستاتين | Astatine |
| 86 | Rn | رادون | Radon |
| 87 | Fr | فرانسيوم | Francium |
| 88 | Ra | راديوم | Radium |
| 89 | Ac | أكتينيوم | Actinium |
| 90 | Th | توريوم | Thorium |
| 91 | Pa | بروتكتينيوم | Protactinium |
| 92 | U | يورانيوم | Uranium |
| 93 | Np | نبتونيوم | Neptunium |
| 94 | Pu | بلوتونيوم | Plutonium |
| 95 | Am | أميريكيوم | Americium |
| 96 | Cm | كوريوم | Curium |
| 97 | Bk | بريكفيوم | Berkelium |
| 98 | Cf | كالفورنيوم | Californium |
| 99 | Es | إيشينيوم | Einsteinium |
| 100 | Fm | فرميوم | Fermium |
| 101 | Md | ميدانيوم | Mendelevium |
| 102 | No | نوبليوم | Nobelium |
| 103 | Lw | لورنسيوم | Lutetium |
| 104 | Uuq | يونانبيوم | Ununquadium |
| 105 | Uub | يونانبيوم | Ununbium |
| 106 | Uuq | يونانبيوم | Ununquadium |
| 107 | Ns | نيلوسينيوم | Nielsbohrium |
| 108 | Hs | هاشيم | Hassium |
| 109 | Mt | ميتنيوم | Moscovium |
| 110 | Uun | يونانبيوم | Ununnilium |
| 111 | Uuu | يونانبيوم | Unununium |
| 112 | Uub | يونانبيوم | Ununbium |
| 113 | Uut | يونانبيوم | Ununtrium |
| 114 | Uuq | يونانبيوم | Ununquadium |
| 115 | Uup | يونانبيوم | Ununpentium |
| 116 | Uuq | يونانبيوم | Ununquadium |
| 117 | Uuh | يونانبيوم | Ununhexium |
| 118 | Uuo | يونانبيوم | Ununoctium |
| 119 | Uuq | يونانبيوم | Ununquadium |
| 120 | Uuq | يونانبيوم | Ununquadium |

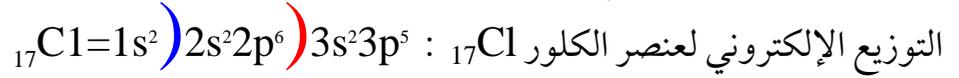


مقدمة:



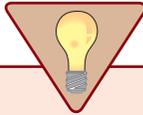
تعتمد الخواص الكيميائية وبعض الخواص الفيزيائية للعناصر على التوزيع الإلكتروني لذرات هذه العناصر .

ولا تؤثر الإلكترونات الداخلية (إلكترونات لب الذرة) كثيراً على الخواص الكيميائية للعناصر، إذ تتوقف الخواص الكيميائية بالدرجة الأولى على طبيعة الإلكترونات الخارجية في ذرات العناصر، أي مجالات التكافؤ فمثلاً:



ونلاحظ أن الغلاف الخارجي يحوي سبعة إلكترونات .

ومن المتوقع أن الخواص الكيميائية للعناصر التي تحوي عدداً متساوياً من الإلكترونات الخارجية أن تكون متشابهة، لهذا فإن ترتيب العناصر في الجدول الدوري في مجموعات يجعل من السهل دراسة خواص هذه العناصر.



تذكر أن :

- ١- الدوريات هي الصفوف الأفقية في الجدول الدوري.
- ٢- المجموعات هي الأعمدة الرأسية في الجدول الدوري.

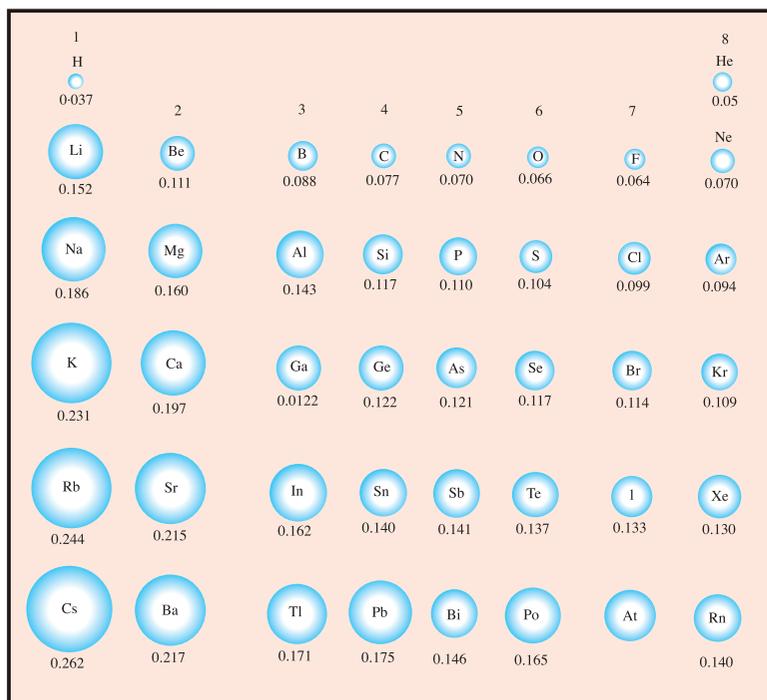
وفيما يلي بعض خواص العناصر حسب ترتيبها في الجدول الدوري .

الحجم الذري للعناصر (نصف القطر الذري) Atomic Radius :

إن حجم الذرة له علاقة بقوة ارتباطها مع الذرات الأخرى عند تكوين الجزيئات ، وأيضاً سلوكها الكيميائي ، والذي يحدده إلى حد كبير حجم المجالات الإلكترونية الخارجية فيها .



الفصل الثاني: نتائج الترتيب الدوري للعناصر



شكل (٢-٢)

تأمل الشكل (٢-٢) ثم أجب عن
الأسئلة التالية :

- أي الذرات لها أكبر حجم ذري وأيها أقل حجم ذري في المجموعة؟
- هل يتغير الحجم الذري للعناصر كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة؟
- هل يتغير الحجم الذري للعناصر كلما اتجهنا من أعلى إلى أسفل في المجموعة الواحدة؟

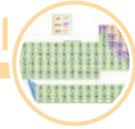
من خلال الشكل (٢-٢) يتضح ما يلي :

- ١ - يقل الحجم الذري للعناصر كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة لأن كل عنصر يحوي بروتوناً واحداً أكثر من العنصر الذي يسبقه وبالتالي فإن نواته تجذب الإلكترونات إليها بمقدار أشد فيصغر حجم مجال الإلكترون ، خاصة وأن العدد الكمي الرئيسي ثابت في جميع عناصر الدورة الواحدة .
- ٢ - يزداد الحجم الذري للعناصر كلما اتجهنا من أعلى إلى أسفل في المجموعة الواحدة وذلك لأن العدد الكمي الرئيسي يزداد بزيادة العدد الذري .



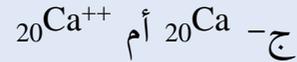
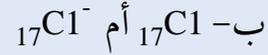
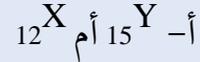
تدريب (١-٢) :

رتّب العناصر التالية تنازلياً حسب نقصان الحجم الذري: 3Li ، 7N ، 9F ، 4Be



تدريب (٢-٢) :

أي الذرات والأيونات التالية أكبر حجماً في كل حالة، ولماذا؟



جهد التأين Ionization Potential

إذا اكتسبت الذرة كمية معينة من الطاقة Energy فإن الإلكترون يثار إلى مستويات طاقة أعلى .
أما إذا كانت كمية الطاقة كبيرة فإنها تحرر أقل الإلكترونات ارتباطاً بالذرة وتصبح الذرة أيوناً موجباً .
جهد التأين لعنصر ما هو الطاقة اللازمة لإزالة أكثر الإلكترونات بعداً عن النواة في ذرة العنصر في الحالة الغازية وينتج عن ذلك أيون ذو شحنة موجبة .

أي أن جهد التأين للعنصر A هو الطاقة اللازمة لحدوث التأين كما في المعادلة التالية :

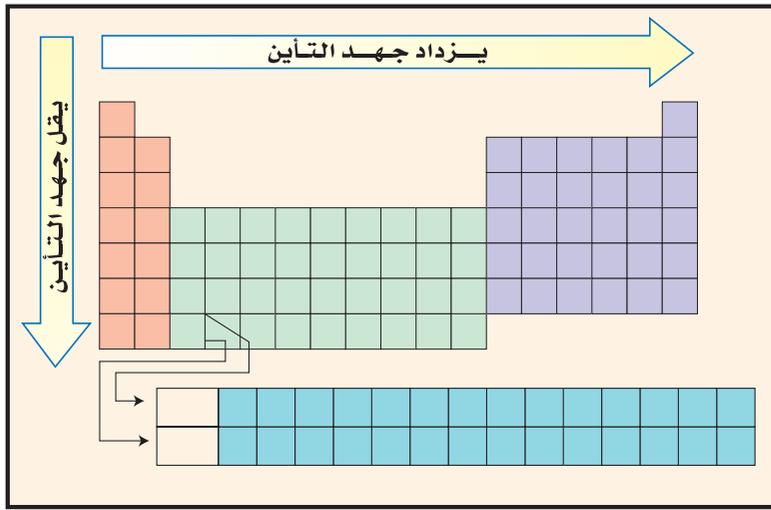


ويسمى الجهد اللازم لنزع الإلكترون من الأيون الموجب بجهد التأين الثاني



ويكون دائماً جهد التأين الثاني أكبر من جهد التأين الأول لأن الإلكترون الذي ينزع لجهد التأين الثاني أقوى ارتباطاً بالنواة لسببين هما :

- ١- زيادة كثافة الشحنة الموجبة .
- ٢- الإلكترون أكثر قرباً من النواة .



شكل (٢-٣)

وعند دراسة جهد التأين وتدرجه في الجدول الدوري نلاحظ ما يلي :
أولاً : ازدياد جهد التأين كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري، وذلك بسبب زيادة شحنة النواة الموجبة لنفس مستوى الطاقة، وبالتالي تزداد قوة انجذاب الإلكترون ويقل الحجم الذري ويصعب إزالة هذا الإلكترون .

ثانياً : يقل جهد التأين كلما اتجهنا من أعلى إلى أسفل في المجموعة الواحدة وذلك بسبب زيادة العدد الكمي الرئيسي الذي يؤدي إلى بعد الإلكترون الخارجي عن النواة، وبالتالي يقل انجذابه إليها ويسهل إزالته .

ثالثاً : جهد تأين الغازات النادرة (النبيلة) أكبر ما يمكن في دورته ويرجع ذلك إلى حالة الاستقرار الناتجة عن امتلاء مجالاتها بالإلكترونات ، فيصعب إزالة الإلكترون من مستوى الطاقة المستقر .

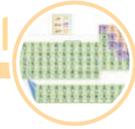
أهمية جهد التأين في دراسة كيمياء العناصر :

تشمل معظم التفاعلات الكيميائية فقدان العنصر لإلكترون واحد أو أكثر من إلكتروناته جزئياً أو كلياً ، أو حصول عنصر على إلكترون إضافي أو أكثر ، جزئياً أو كلياً من عنصر آخر ، وبالتالي فإن قدرة العناصر على الدخول في تفاعلات معينه قد تقاس إلى حد ما بمدى قابليتها لفقدان أو تقبل واحد أو أكثر من إلكتروناتها .



سؤال للتفكير

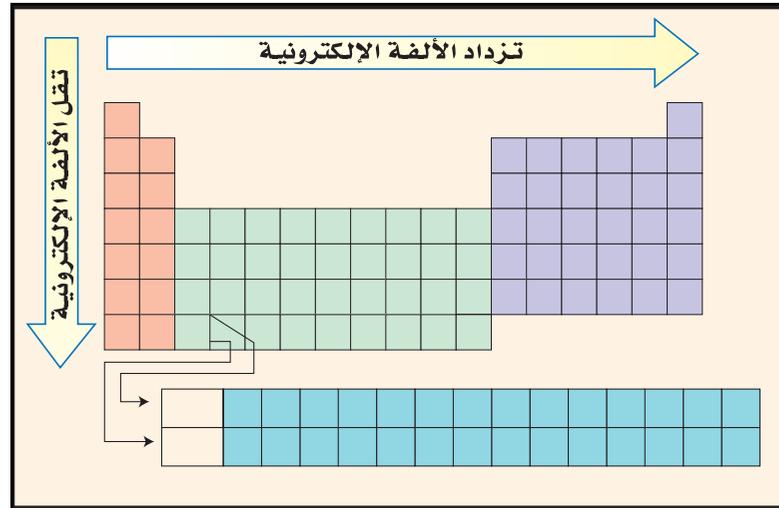
هل يمكن لأي عنصر أن يكون له جهد تأين سالب ؟



الألفة الإلكترونية : Electron Affinity

الألفة الإلكترونية هي مقياس لمدي قابلية عنصر ما لاستضافة إلكترون إلى ذرته المتعادلة .
وتعرف بأنها مقدار الطاقة التي تنطلق نتيجة إضافة إلكترون إلى المجال الخارجي لذرة متعادلة في الحالة الغازية لتكوين أيون سالب في الحالة الغازية .

أي الألفة الإلكترونية للعنصر A هي الطاقة التي تنطلق في المعادلة التالية :



شكل (٢-٤)

وعند دراسة الألفة الإلكترونية وتدرجها في الجدول الدوري نلاحظ ما يلي :

أولاً : تزداد الألفة الإلكترونية في الدورة الواحدة من اليسار إلى اليمين بزيادة العدد الذري بسبب أن الحجم الذري يقل مما يسهل جذب الإلكترون الجديد .

ثانياً : تقل الألفة الإلكترونية في المجموعة الواحدة كلما اتجهنا من أعلى إلى أسفل وذلك بسبب زيادة العدد الذري الذي يؤدي إلى زيادة المستويات الرئيسية (زيادة الحجم الذري) مما يجعل صعوبة في جذب النواة للإلكترون الجديد .



الفصل الثاني: نتائج الترتيب الدوري للعناصر

| Br | Cu | K | S | Si | Na | F | O | C | Li | H | العنصر |
|------|------|------|----|----|------|------|----|----|----|------|--------------------|
| ٣٥ | ٢٩ | ١٩ | ١٦ | ١٤ | ١١ | ٩ | ٨ | ٦ | ٣ | ١ | العدد الذري |
| ٧٧,٣ | ٢٨,٣ | ١١,٥ | ٤٨ | ٣٢ | ١٢,٥ | ٧٩,٥ | ٣٤ | ٢٩ | ١٤ | ١٧,٤ | الألفة الإلكترونية |

جدول (٢-١): قيم الألفة الإلكترونية لبعض العناصر مرتبة حسب أعدادها الذرية (*)



سؤال للتفكير

لماذا تُعد الغازات النادرة ذات جهود تأين عالية جداً وألفة إلكترونية منخفضة جداً؟

Electro-negativity: السالبية الكهربائية

السالبية الكهربائية هي قابلية إحدى الذرتين المرتبطتين برابطة تساهمية للاستئثار بالزوج الإلكتروني. وتعتمد السالبية الكهربائية على جهد التأين والألفة الإلكترونية للذرة، ويتضح من الجدول (٢-٢) مايلي:

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| H | | | | | | |
| 2.1 | | | | | | |
| Li | Be | B | C | N | O | F |
| 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 |
| Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl |
| 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.1 | 2.5 | 3.0 |
| K | Ca | Ga | Ge | As | Se | Br |
| 0.8 | 1.0 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.4 | 2.8 |
| Rb | Sr | In | Sn | Sb | Te | I |
| 0.8 | 1.0 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.1 | 2.5 |
| Cs | Ba | Tl | Pb | Bi | | |
| 0.7 | 0.9 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | | |

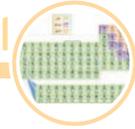
جدول رقم (٢-٢) قيم السالبية الكهربائية لذرات بعض العناصر (*)

١- تزداد السالبية الكهربائية في الدورة الواحدة كلما اتجهنا من اليسار الى اليمين بزيادة العدد الذري باستثناء الغازات النادرة.

٢- تقل السالبية الكهربائية في المجموعة الواحدة كلما اتجهنا من أعلى إلى أسفل.

٣- تعتبر الهالوجينات (المجموعة ٧ أ) أكثر العناصر سالبية كهربائية، بينما أقل العناصر سالبية كهربائية مجموعة القلويات (المجموعة ١ أ).

(*) لا يطالب الطالب بقيم الألفة الإلكترونية والسالبية الكهربائية في التقييم النهائي.



الخواص الكهربائية للعناصر:

تنقسم العناصر من حيث خواصها الكهربائية إلى: فلزات ولافلزات وأشباه فلزات .
والفلزات موصلة جيدة للكهرباء ويقل توصيلها للكهرباء ببطء كلما ارتفعت درجة الحرارة .
أما اللافلزات فهي عازلة للكهرباء ، وقدرتها على توصيل الكهرباء لا تكاد تذكر .
بينما أشباه الفلزات توصل الكهرباء إلى حد ما وتعرف بأنها شبه موصلة للكهرباء ويزداد توصيلها للكهرباء بارتفاع درجة الحرارة .
تقع العناصر الفلزية على يسار الجدول الدوري ، وتقع العناصر اللافلزية يمين الجدول الدوري بينما تقع أشباه الفلزات في الجزء المظلل بلون بنفسجي من الجدول (٢-٣).

تقل الخواص الفلزية وتزداد الخواص اللافلزية

تزداد الخواص اللافلزية

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1 H هيدروجين 1.008 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He هيليوم 4.003 |
| 3 Li ليثيوم 6.941 | 4 Be بريليوم 9.012 | | | | | | | | | | | 5 B بورون 10.811 | 6 C كربون 12.011 | 7 N نتروجين 14.007 | 8 O أكسجين 15.999 | 9 F فلور 18.998 | 10 Ne نيون 20.180 |
| 11 Na صوديوم 22.990 | 12 Mg مغنيسيوم 24.305 | | | | | | | | | | | 13 Al ألومنيوم 26.982 | 14 Si سيليكون 28.086 | 15 P فوسفور 30.974 | 16 S كبريت 32.066 | 17 Cl كلور 35.453 | 18 Ar أرجون 39.948 |
| 19 K بوتاسيوم 39.098 | 20 Ca كالكسيوم 40.078 | 21 Sc سكانديوم 44.956 | 22 Ti تيتانيوم 47.88 | 23 V فاناديوم 50.942 | 24 Cr كروم 51.996 | 25 Mn منجنيز 54.938 | 26 Fe حديد 55.847 | 27 Co كوبالت 58.933 | 28 Ni نكل 58.69 | 29 Cu نحاس 63.546 | 30 Zn زنك 65.39 | 31 Ga جاليوم 69.723 | 32 Ge جرمانيوم 72.61 | 33 As زرنيخ 74.922 | 34 Se سيلينيوم 78.96 | 35 Br بروم 79.904 | 36 Kr كروبتون 83.80 |
| 37 Rb روبيديوم 85.468 | 38 Sr سترونشيوم 87.62 | 39 Y يتريم 88.906 | 40 Zr زركونيوم 91.224 | 41 Nb نيوبيوم 92.906 | 42 Mo موليبدينوم 95.94 | 43 Tc تكنيشيوم 98 | 44 Ru روثينيوم 101.07 | 45 Rh رودنيوم 101.07 | 46 Pd بلاديوم 106.42 | 47 Ag فضة 107.868 | 48 Cd كاديوم 112.411 | 49 In إنديوم 114.818 | 50 Sn قصدير 118.710 | 51 Sb انتيمون 121.75 | 52 Te تيلور 127.60 | 53 I يود 126.904 | 54 Xe زينون 131.29 |
| 55 Cs سيزيوم 132.905 | 56 Ba باريوم 137.327 | 57 La لانثانوم 138.906 | 58 Ce سيريوم 140.115 | 59 Pr براسميديوم 140.908 | 60 Nd نيوديميوم 144.24 | 61 Pm پروميثيوم 145 | 62 Sm ساماريوم 150.36 | 63 Eu يورانيوم 151.965 | 64 Gd جادولينيوم 157.25 | 65 Tb تربيوم 158.925 | 66 Dy ديسبرونيوم 162.50 | 67 Ho هولميوم 164.930 | 68 Er إربيوم 167.254 | 69 Tm توليم 168.934 | 70 Yb يتربيوم 173.04 | 71 Lu لوتشيوم 174.967 | |
| 87 Fr فرانسيوم (223) | 88 Ra راديوم 226.025 | 89 Ac أكتينيوم 227.028 | 90 Th توريوم 232.038 | 91 Pa بروتكتينيوم 231.036 | 92 U يورانيوم 238.029 | 93 Np نبتونيوم 237.048 | 94 Pu بلوتونيوم (244) | 95 Am أميريكيوم (243) | 96 Cm كوريوم (247) | 97 Bk بريكيوم (247) | 98 Cf كالفورنيوم (251) | 99 Es إيششاميوم (252) | 100 Fm فرميوم (257) | 101 Md مناديبيوم (258) | 102 No نوبليوم (259) | 103 Lw لوورنسيوم (260) | |

■ فلز
■ شبه فلز
■ لافلز

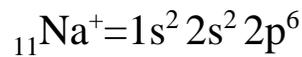
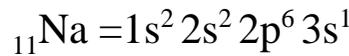
جدول رقم (٢-٣)



تذكر أن :

عدد الأكسدة لعنصر ما :
هو عدد الإلكترونات التي
تكتسبها أو تفقدها ذرة
العنصر عند الدخول في
التفاعل الكيميائي.

تميل ذرة كل عنصر إلى أن تفقد واحد أو أكثر من إلكتروناتها الخارجية ،
أو أن تكتسب إلكترون أو أكثر في مجالها الخارجي
(مجال التكافؤ) ، وذلك لكي يكون تركيبها الإلكتروني مطابق
لتركيب الالكتروني للغاز النادر (حالة الاستقرار) ، فإذا فقدت الذرة
إلكترونات فإنها تحمل شحنة موجبة، وإذا اكتسبت إلكترونات فإنها تحمل
شحنة سالبة .



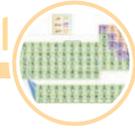
وإذا نظرنا إلى الجدول الدوري للعناصر نجد أن :

عناصر المجموعة الأولى (الفلزات القلوية) يحوي كل منها إلكترونًا واحدًا في مجال التكافؤ ويسهل
فقدان هذا الإلكترون، وعليه فإن عدد الأكسدة لعناصر المجموعة الأولى = + ١ .

وكذلك بالنسبة لعناصر المجموعة الثانية = + ٢؛ أما عدد الأكسدة لعناصر المجموعة الثالثة فهو = + ٣ .

وإذا ما انتقلنا إلى عناصر المجموعة الرابعة والتي تحوي ذرات كل منها أربعة إلكترونات في مجال التكافؤ
فسنجد، أن عدد الأكسدة إما (+ ٤) أو (- ٤) .

أما عناصر المجموعة الخامسة فإن مجال التكافؤ يحتوي على خمسة إلكترونات فمن المنطقي أن نتوقع أن
قابلية الذرات لاستضافة ثلاثة إلكترونات أكبر من قابليتها لفقد خمسة إلكترونات فيكون عدد الأكسدة
(- ٣) للعناصر الأولى من هذه المجموعة، بينما تزداد القابلية لفقد الإلكترونات الخارجية بازدياد حجم
الذرة في العناصر الأخيرة من هذه المجموعة نظراً لبعدها هذه الإلكترونات عن النواة وبالتالي سهولة فقدتها
(تأينها) وعموماً يمكن القول أن عدد الأكسدة للمجموعة الخامسة هو غالباً (- ٣) أو (+ ٥) .



وكذلك عناصر المجموعة السادسة فإن مجال التكافؤ يحتوي على (ns^2np^4) فمن المنطقي أن تكون أكثر إصراراً على عدد الأكسدة (-2) حتى تصل إلى التركيب الثماني المستقر .
 وأما المجموعة السابعة فيكون عدد الأكسدة لذراتها (-1) غالباً .
 أما العناصر الانتقالية فسنعالجها بالتفصيل في الفصل الرابع من هذا الكتاب إن شاء الله .

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----------------|
| أ١ | أ٢ | أ٣ | أ٤ | أ٥ | أ٦ | أ٧ | عناصر المجموعة |
| ١+ | ٢+ | ٣+ | ٤+ | ٣- | ٢- | ١- | عدد الأكسدة |

جدول (٢-٤) أعداد الأكسدة لعناصر المجموعات الرئيسية في الجدول الدوري

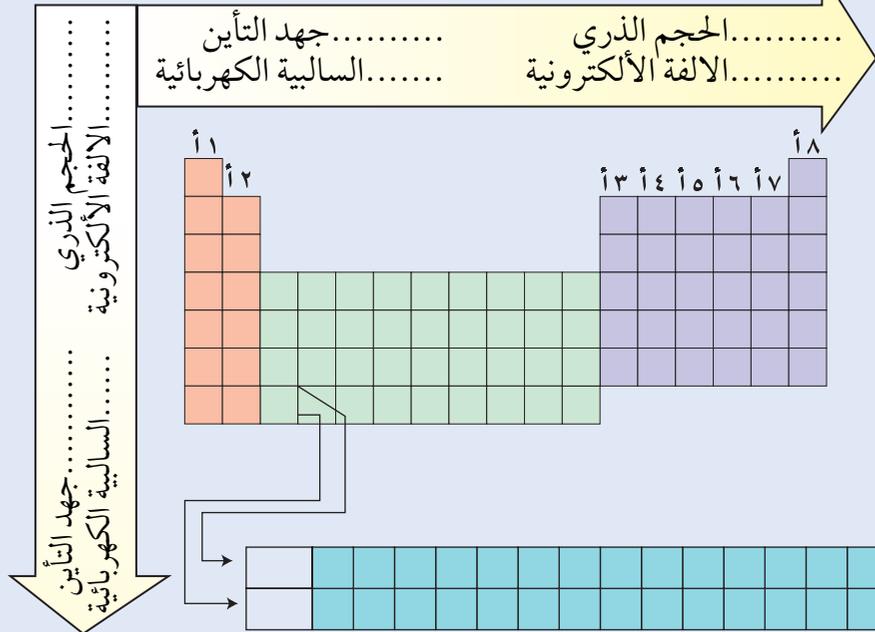


سؤال للتفكير

كم تتوقع أن يكون عدد الأكسدة للعناصر النادرة؟ ولماذا؟



تدريب (٢-٣): أكمل الفراغات المحددة في الأسهم التالية وذلك في الشكل التالي حسب اتجاه السهم بكلمة (يزيد أو يقل)





أسئلة وتمارين

(٢-١) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١ - الذرة التي لها أكبر ألفة إلكترونية هي ذرة :

أ - Cl ب - Ar ج - Al د - Mg

٢ - الذرة التي لها أقل جهد تأين من العناصر التالية هي :

أ - Ca ب - Br ج - Kr د - K

٣ - العنصر الأكبر حجماً ذرياً من العناصر التالية هو :

أ - K ب - Al ج - Na د - Mg

٤ - تزداد السالبية الكهربائية لعناصر المجموعات الرئيسية في اتجاه:

أ - نقصان العدد الذري في الدورة . ب - نقصان العدد الذري في المجموعة .

ج - زيادة الحجم الذري في الدورة . د - زيادة الحجم الذري في المجموعة .

(٢-٢) علل لما يلي :

١ - لا تؤثر إلكترونات لب الذرة في الخواص الكيميائية للعناصر .

٢ - تقل الألفة الإلكترونية كلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة الواحدة في الجدول الدوري .

٣ - جهد التأين الثاني لأي عنصر أعلى من جهد التأين الأول .

٤ - تزداد الخواص اللافلزية من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة .

(٢-٣) ما المقصود بما يلي : جهد التأين ، الألفة الإلكترونية ، السالبية الكهربائية ، عدد الأكسدة .

(٢-٤) قارن بين المجموعة الثانية (٢أ) والمجموعة السادسة (٦أ) من حيث :

أ - عدد الأكسدة ب - الخواص الكهربائية

(٢-٥) أكمل الفراغات التالية :

أ - أعلى العناصر سالبة كهربائية هو

ب - $M + e^- \longrightarrow \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

(٢-٦) اكتب التوزيع الإلكتروني للعناصر التالية Br , K , Kr ، ثم رتبها بحسب ازدياد كل مما يلي

مع ذكر السبب في كل حالة :

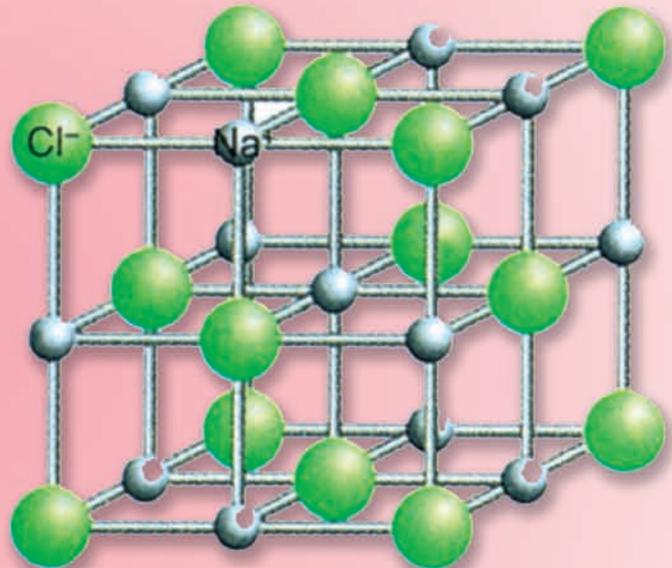
أ - جهد التأين . ب - الألفة الإلكترونية . ج - الحجم الذري .



أهداف الفصل

- خلال دراستك لهذا الفصل يتوقع أن تكون قادراً على أن :
- ١- تفسر ميل ذرات العناصر للاتحاد مع بعضها لتكوين المركبات.
 - ٢- تشرح تكونُ الرابطة الأيونية في المركبات الأيونية.
 - ٣- توضح العوامل المؤثرة في طاقة المركبات الأيونية.
 - ٤- تعدد خواص المركبات الأيونية .
 - ٥- تشرح تكونُ الرابطة التساهمية في المركبات التساهمية.
 - ٦- تعدد خواص المركبات التساهمية .
 - ٧- ترسم الأشكال الهندسية للمركبات التساهمية .
 - ٨- تحدد نوع المركبات التساهمية من حيث القطبية.
 - ٩- توضح مفهوم الرابطة التساهمية التناسقية .
 - ١٠- تشرح تكونُ الرابطة الهيدروجينية وشروط تكونها.
 - ١١- توضح تكونُ رابطة قوى فاندر فال وأهميتها .

الروابط الكيميائية





يسعى كل شيء في الكون إلى أن يكون في حالة استقرار وثبات ، وذلك عندما يكون في أدنى مستوى ممكن من الطاقة وهي ما تعرف بطاقة الوضع (**Electrostatic Potential Energy**) المتعلقة بالتجاذب بين الإلكترونات ونواة الذرة . والسؤال الذي يتبادر إلى الذهن هو كيف تصل ذرات العناصر إلى هذا الاستقرار والثبات (أدنى مستوى للطاقة) ؟ لكي تصل العناصر إلى طاقة الوضع لابد أن تشابه في تركيبها الإلكتروني التركيب الإلكتروني لعناصر

المجموعة الثامنة (الغازات النادرة) ، ويتم هذا عن طريق فقدانها أو اكتسابها أو مشاركتها بالإلكترون أو أكثر من إلكترونات مجال التكافؤ في ذراتها مع ذرة أو ذرات أخرى . ولا يكون ذلك إلا حينما تتحد العناصر مع بعضها البعض مكونة المركبات ، وقد وجد عمليا أن طاقة المركب أقل من طاقة الذرات المنفردة المكونة له . ويتم الاتحاد بين العناصر داخل المركبات والجزيئات بواسطة روابط يطلق عليها اسم : **الروابط الكيميائية** .

وفي هذا الفصل سوف نتعرف على أهم الروابط الكيميائية والفيزيائية وخواصها والأشكال الهندسية للجزيئات الكيميائية المتكونة .



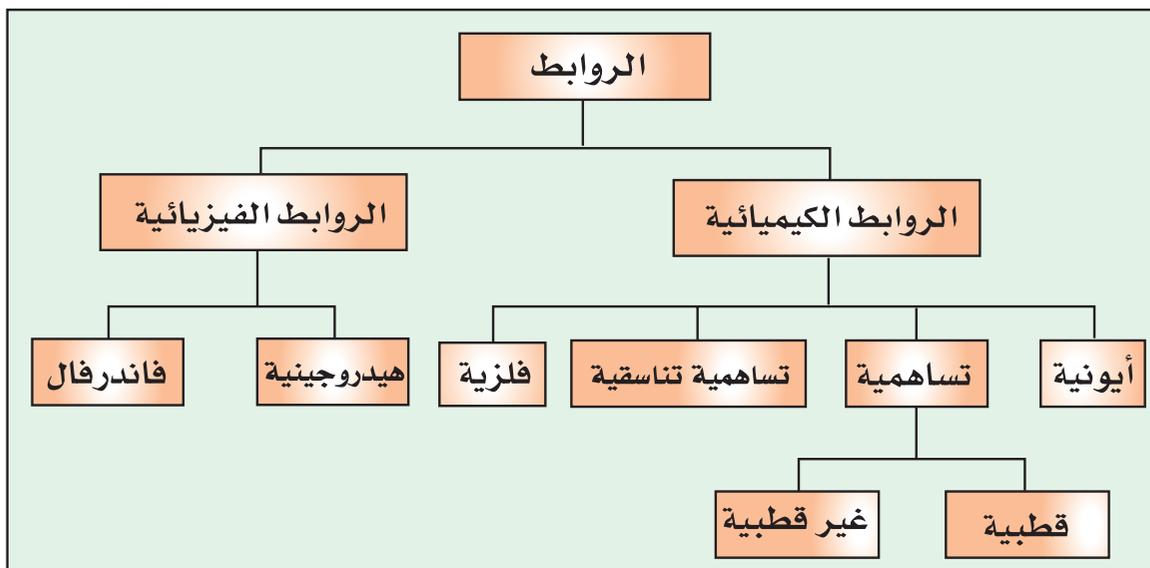
تذكر أن :

عناصر المجموعة الرئيسية الثامنة (الغازات النادرة) مستقرة وذلك لامتلاء مستوى الطاقة الخارجي لها (مجالات التكافؤ) بالعدد الأقصى من الإلكترونات.



سؤال للتفكير

هل الغالب أن تتحد عناصر المجموعة الثامنة مع عناصر أخرى لتكوين المركبات؟ ولماذا؟



شكل (٣-١): مخطط لأنواع الروابط

أولاً: الروابط الكيميائية : (Chemical Bonds)

الروابط الكيميائية هي: القوى التي تربط ذرات العناصر مع بعضها البعض في الجزيئات أو المركبات .

أ- الرابطة الأيونية : (Ionic Bond)

الرابطة الأيونية هي قوى التجاذب الكهربائي بين أيونين أحدهما موجب والآخر سالب، نتيجة لفقد إحدى الذرتين إلكترونات أو أكثر من الكاتيونات تكافئها واكتساب الذرة الأخرى إلكترونات أو أكثر في مجالات تكافئها.

فمثلاً عند تكوين الرابطة الأيونية بين الصوديوم والكلور في مركب كلوريد الصوديوم NaCl :

نجد أن التوزيع الإلكتروني لذرة الصوديوم هو : $_{11}\text{Na} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

ولكي تستقر ذرة الصوديوم (تشبه التوزيع الإلكتروني لأقرب عنصر خامل $_{10}\text{Ne}$) تفقد إلكترونات من

مجالها الخارجي وتتحول إلى أيون موجب كما يلي : $\text{Na}^+ : 1s^2 2s^2 2p^6$

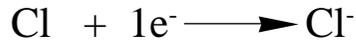
بينما نجد أن التوزيع الإلكتروني لذرة الكلور هو : $_{17}\text{Cl} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

ولكي تستقر ذرة الكلور (تشبه التركيب الإلكتروني لأقرب عنصر خامل لها $_{18}\text{Ar}$) تكتسب إلكترونات

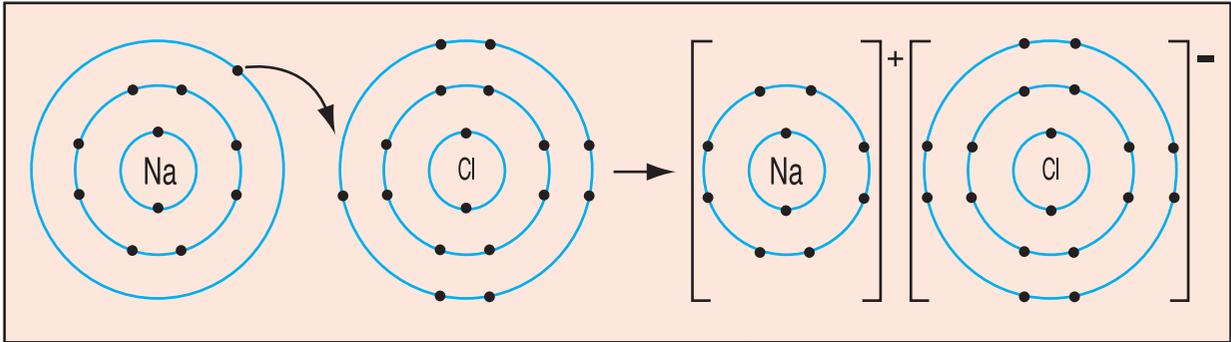
في مجالها الخارجي وتتحول إلى أيون سالب كما يلي : $\text{Cl}^- : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$



ويمكن توضيح التفاعل السابق كما يلي :

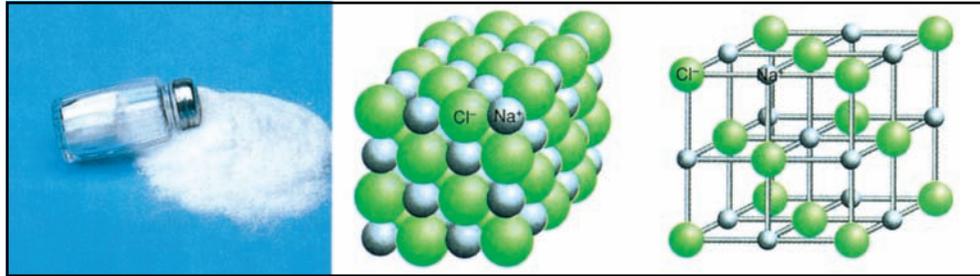


وبجمع المعادلتين نحصل على :



شكل (٣-٢): تكون الرابطة الأيونية في مركب كلوريد الصوديوم

ولكن هل ترتبط ذرات الصوديوم والكلور على شكل جزيئات منفردة بهذه البساطة؟ الواقع أن ذرات الصوديوم والكلور تتربط مع بعضها البعض مكونة شبكة بلورية مميزة بحيث يحاط كل أيون بستة أيونات من العنصر الآخر كما هو موضح بالشكل (٣-٣)



شكل (٣-٣): الشبكة البلورية لكلوريد الصوديوم

إن الرابطة الأيونية تحدث عادةً بين الفلزات التي تميل لفقدان الإلكترونات مثل عناصر المجموعة (أ١) و (أ٢)، واللافلزات التي تميل لاكتساب الإلكترونات مثل عناصر المجموعة (٦ أ) و (٧ أ).

تدريب (٣-١) :



وضح باستخدام المعادلات الكيميائية والرسم تكون الرابطة الأيونية في مركب أكسيد الكالسيوم.



الفصل الثالث: الروابط الكيميائية

طاقة الرابطة الأيونية :

هي طاقة وضع ناتجة من تجاذب الشحنتين الموجبة والسالبة في المركب الأيوني وتعتمد على مقدار شحنة كل أيون (ي) والمسافة بين الأيونين (ر) ويمكن حسابها من مجموع نصف قطر الأيونين كما يلي :

$$\text{طاقة الوضع التجاذبية (ط)} = \frac{Y^-}{r}$$

وتعني الإشارة السالبة هنا أننا نحتاج إلى التأثير على الشحنتين بطاقة موجبة مقدارها $\frac{Y^-}{r}$ ؛ لنستطيع فصل الأيونين عن بعضهما، ويكون المركب أكثر استقراراً كلما قلت طاقة الوضع التجاذبية (ط) .

ولتفادي الالتباس في الإشارة الجبرية السالبة سنستخدم تعبير طاقة الترتيب البلوري بدلاً من طاقة الرابطة الأيونية .

طاقة الترتيب البلوري (ط ب)

هي نفس طاقة الرابطة الأيونية من حيث القيمة ولكن لها عكس الإشارة الجبرية ، ولهذا فإن ارتفاع قيمة طاقة الترتيب البلوري لمركب ما يعني أن هذا المركب أكثر استقراراً . وتُعرف طاقة الترتيب البلوري بأنها الطاقة التي نحتاجها لنحول مركباً بلورياً (أيونياً) في حالة الصلابة إلى أيونات منفصلة في الحالة الغازية .

$$\text{طاقة الترتيب البلوري (ط ب)} = \frac{Y^-}{r}$$

تدريب (٢-٣) :

- أكمل الفراغات التالية بكلمات مناسبة :
- ١- كلما قيمة (ي) أو قيمة (ر) نقصت قيمة طاقة الوضع وأصبح المركب استقراراً .
 - ٢- كلما قيمة (ي) أو قيمة (ر) زادت قيمة طاقة الترتيب البلوري وأصبح المركب استقراراً .



مثال (١-٣) :



قارن بين طاقة الترتيب البلوري لكل من كلوريد الصوديوم وكلوريد المغنيسيوم.

الحل

بما أن نصف قطر أيون المغنيسيوم مساو تقريبا لنصف قطر أيون الصوديوم فالمقام (ر) يكون متساوياً في الحالتين تقريباً، بينما نجد أن شحنة أيون المغنيسيوم Mg^{++} هي ضعف شحنة أيون الصوديوم Na^+ وبالتالي تكون طاقة الترتيب البلوري في حالة كلوريد المغنيسيوم أكبر منها في حالة كلوريد الصوديوم .

تدريب (٣-٣) :



قارن بين طاقة الترتيب البلوري لكل من فلوريد الليثيوم وفلوريد البوتاسيوم.

| المركب | الطاقة كيلوسعر/مول | المركب |
|--------|--------------------|--------|
| LiF | ٢٤٦,٧ | NaF |
| LiCl | ٢٠٢,٣ | NaCl |
| LiBr | ١٩٣,٠ | NaBr |
| LiI | ١٨٠,٠ | NaI |

تأمل الجدول (١-٣) ستلاحظ أن طاقة الترتيب البلوري لهاليدات المجموعة الأولى تقل للهاليد الواحد كلما زاد حجم الأيون الموجب، كما أنها تقل للفلز الواحد كلما زاد حجم أيون الهاليد من الفلوريد إلى اليوديد.

خواص المركبات الأيونية :

جدول (١-٣) طاقة الترتيب البلوري لبعض أملاح الفلزات (*)

| المركب | درجة الانصهار (م) | درجة إغليان (م) |
|------------------|-------------------|-----------------|
| NaCl | ٨٠١ | ١٤٠٠ |
| NaBr | ٧٥٥ | ١٣٩٠ |
| KCl | ٧٧٦ | ١٣٨٠ |
| KBr | ٧٣٠ | ١٤٣٥ |
| MgF ₂ | ١٢٦١ | ٢٢٣٩ |
| CaO | ٢٥٨٠ | ٢٨٥٠ |

تبين لنا فيما سبق أن المركبات الأيونية توجد على شكل بلورات بحيث يرتبط الأيون بأكثر من رابطة واحدة مع الأيونات المخالفة له في الشحنة مكونة شبكة بلورية، وهذا التركيب للمركبات الأيونية يفسر وجود المركبات الأيونية عادة في الحالة الصلبة، وارتفاع درجات غليانها وانصهارها (جدول ٢-٣) .

ومن خواصها أن مصاهيرها ومحاليلها المائية موصلة جيدة للكهرباء؛ لأن أيوناتها في المحلول تصبح حرة فتنتقل التيار الكهربائي.

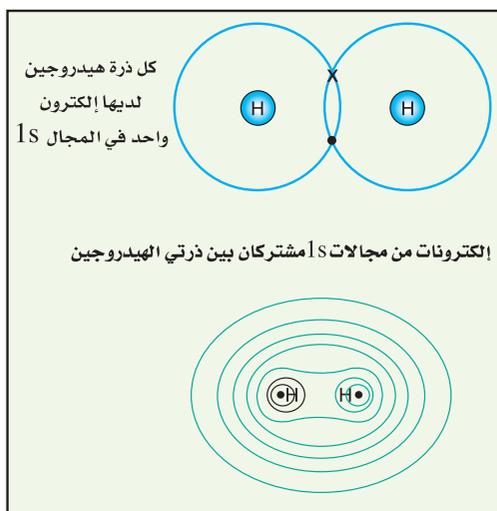
(*) لا يدخل حفظ الأرقام في التقويم النهائي للطلاب.

جدول (٢-٣) درجات انصهار وغليان بعض المركبات الأيونية (*)



ب- الرابطة التساهمية : Covalent Bond

مر بنا في الصف الأول الثانوي أن هناك عناصر توجد في الطبيعة على شكل جزيئات ثنائية الذرة مثل H_2 ، F_2 ، تترابط الذرات المكونة لهذه الجزيئات مع بعضها بروابط معينة ويدل ذلك على استقرار هذه الجزيئات ، فهل تترابط هذه الذرات مع بعضها برابطة أيونية؟ أي بمعنى آخر هل تفقد إحدى ذرتي الهيدروجين إلكترونها الوحيد لتكتسبه الذرة الأخرى في حين أننا نلاحظ أن كلتا الذرتين لهما جهد التأين نفسه والألفة الإلكترونية نفسها؟



شكل (٣-٤) الترابط التساهمي في جزيء الهيدروجين

الواقع أن الذي يحدث أن كل ذرة من ذرات الهيدروجين تساهم بإلكترون من مدار تكافؤها لتكون كلتا الذرتين زوجاً من الإلكترونات يقضي جزءاً من وقته في الفراغ الموجود بين الذرتين ، ويكون هذا الزوج من الإلكترونات منجذباً إلى نواتي الذرتين المتجاورتين في نفس الوقت ويشدهما إلى بعضهما مكوناً ما يعرف بالرابطة التساهمية (شكل ٣-٤) . وبالتالي نجد أن كل ذرة من ذرتي الهيدروجين محاطة بإلكترونين (مشبعة بالعدد الأقصى من الإلكترونات) فتصل إلى حالة الاستقرار مشابهة في ذلك التركيب الإلكتروني المستقر لعنصر الهيليوم He.

إذن الرابطة التساهمية هي : زوج من الإلكترونات يربط بين ذرتين نتيجة لمساهمة كل ذرة بإلكترون في الزوج الإلكتروني الرابط . وتعرف المركبات المحتوية على روابط تساهمية بالمركبات التساهمية .



مثال (٣-٢) :

كيف تنشأ الرابطة التساهمية في جزيء فلوريد الهيدروجين HF ؟

الحل

يمكن تمثيل تكون الرابطة بين ذرتي الفلور والهيدروجين بالشكل التالي :



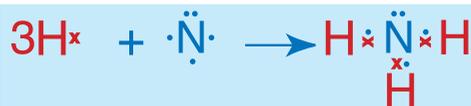
نلاحظ أن كلا من ذرتي الفلور والهيدروجين تساهم بإلكترون لتكوين الزوج الإلكتروني الرابط ، وبالتالي يصبح حول ذرة الفلور ثمانية إلكترونات (مشابهة في ذلك التركيب الإلكتروني لذرة النيون) ليصل بذلك إلى وضع الاستقرار ، بينما يحيط بذرة الهيدروجين إلكترونان (مشابهة في ذلك التركيب الإلكتروني لذرة الهيليوم) وليصل هو أيضاً إلى وضع الاستقرار .
ونلاحظ في المثال (٣-١) أن هناك ثلاثة أزواج من الإلكترونات حول ذرة الفلور لا تشترك في تكوين الرابطة التساهمية مع الهيدروجين وهي تعرف بالأزواج الحرة أو غير الرابطة .

مثال (٣-٣) :

كيف تنشأ الرابطة التساهمية في جزيء النشادر NH₃ ؟

الحل

من خلال التوزيع الإلكتروني لذرة النيتروجين يتبين لنا أنها تحتوي على خمس إلكترونات في مجال التكافؤ ، وحيث أن ذرة النيتروجين محاطة بثلاث ذرات هيدروجين فإن عليها أن تستعمل ثلاثة إلكترونات منفردة لتساهم في بناء ثلاث روابط تساهمية كما يلي :



نلاحظ من هذا المثال أن جزيء النشادر يحتوي على ثلاث روابط تساهمية (أزواج رابطة) ، كما يلاحظ أنه تبقى لدى ذرة النيتروجين زوجاً إلكترونياً غير رابط .

تدريب (٣-٤) :

وضح تكون الروابط التساهمية في مركب الماء ، مبيناً عدد الروابط وعدد الأزواج الإلكترونية غير الرابطة (الحرة).



الفصل الثالث: الروابط الكيميائية

خواص المركبات التساهمية :

| درجة الانصهار (م) | درجة الغليان (م) | المركب |
|-------------------|------------------|-----------------|
| ٢٩٥,١٤- | ٢٥٢,٨- | H ₂ |
| ١٠٣- | ٣٤,٦- | Cl ₂ |
| ١١٤,٨- | ١٨٢,٩٦- | HCl |
| ٤٨٢,٤٨- | ١٦١,٤٩- | CH ₄ |
| ٨٣- | ٢٠ | HF |

جدول (٣-٣) درجات انصهار وغليان

بعض المركبات التساهمية (*)

الرابطه بين ذرات الجزيء الواحد في الجزيئات التساهمية أقوى بكثير مما قد يوجد من قوى تجاذب بين ذرات الجزيء الواحد وذرات الجزيئات الأخرى المجاورة . وهذا يعني أن المركبات التساهمية توجد بشكل جزيئات منفردة مستقلة بعكس المركبات الأيونية وبالتالي فإن المركبات التساهمية تكون عادة لها درجات غليان وانصهار منخفضة نسبيا جدول (٣-٣) .

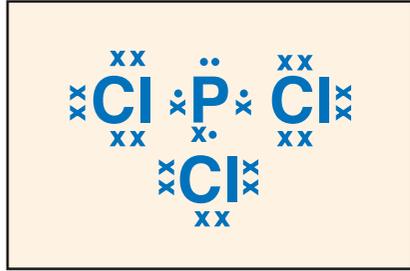
ونظرا لأن الرابطة التساهمية لا يحدث خلال تكونها فقد أو اكتساب شحنات كهربائية (إلكترونات) ، فإن المركبات التساهمية غالبا لا توصل التيار الكهربائي .

القاعدة الثمانية :

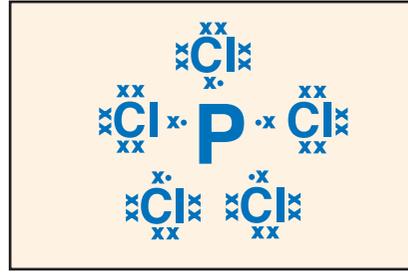
نلاحظ من الأمثلة السابقة أن ذرات الفلور والنيروجين والأكسجين والكربون وغيرها؛ تسعى عند دخولها في تفاعلات كيميائية لتكوين المركبات؛ لأن تحيط نفسها بثمانية إلكترونات لتحصل على التركيب الإلكتروني الثابت المماثل للتركيب الإلكتروني لغاز النيون الواقع في نهاية الدورة الثانية التي تقع فيها هذه العناصر . وقد سميت هذه الظاهرة **بالقاعدة الثمانية Octet rule** .

وبالرغم من أن القاعدة الثمانية تنطبق على عناصر الدورة الثانية بشكل دقيق إلا أننا نجد لها استثناءات في بعض المركبات فمثلا مركبات البورون عادة تخالف القاعدة فتحاط ذرة البورون بستة إلكترونات فقط كما هو الحال في ثلاثي كلوريد البورون BCl₃ ؛ بينما نجد بعض المركبات تحاط الذرة المركزية فيها بأكثر من ثمانية إلكترونات كما هو الحال في بعض مركبات الكبريت والفسفور مثل خماسي كلوريد الفسفور PCI₅ فتحاط ذرة الفسفور بعشرة إلكترونات ، بينما تنطبق القاعدة الثمانية في ثلاثي كلوريد الفسفور PCI₃ وذلك يعتمد على ظروف التفاعل كما هو موضح بالشكل (٣-٥)، والشكل (٣-٦) .

(*) لا يدخل حفظ الأرقام في التقويم النهائي للطلاب .



شكل (٣-٦): توزيع إلكترونات التكافؤ حول الذرة المركزية في مركب PCl_3



شكل (٣-٥): توزيع إلكترونات التكافؤ حول الذرة المركزية في مركب PCl_5



معلومة إثرائية:

إن تحديد أشكال الجزيئات يعتمد على نظرية «تنافر أزواج مجالات التكافؤ الإلكترونية» Valence shell electron pair repulsion theory وهي تعتمد على أن يكون التنافر بين الإلكترونات في أقل وضع ممكن، مما يحقق أدنى وضع للطاقة يكون فيه الجزيء.

الأشكال الهندسية للجزيئات التساهمية:

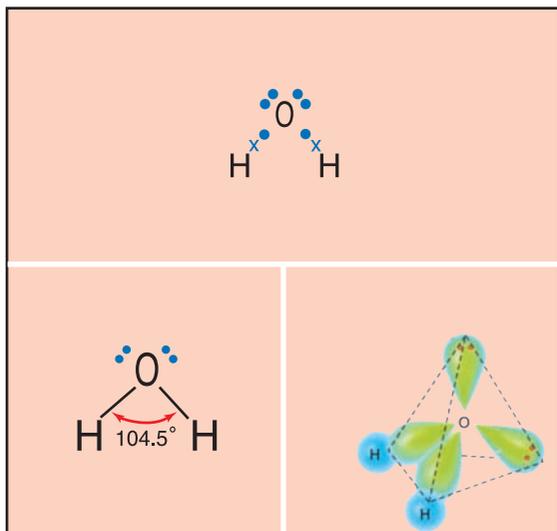
مر بنا خلال تمثيل الرابطة التساهمية وتوضيح الأزواج الرابطة وغير الرابطة استخدام النقاط أو علامة (X) لتمثيل إلكترونات مجال التكافؤ حول رمز ذرة العنصر (شكل ٣-٥، ٣-٦)، وقد اقترح هذا التمثيل للإلكترونات العالم جليبرت لويس واصبحت تعرف بأشكال لويس النقطية "Lewis Dot Diagrams"، وتعرف صيغة المركب الممثل بهذا الشكل بتراكيب أو بنية لويس "Lewis structure" ولكن هل تمثيل الصيغة

الجزيئية للجزيء باستخدام تراكيب لويس توضح الشكل الحقيقي للجزيء بأبعاده الثلاثية في الفراغ؟ إن شكل جزيء ما يحدده سعي الجزيء لاتخاذ الوضع الذي تكون فيه طاقته في أدنى قدر ممكن. وعلى ذلك فإن شكل الجزيء يتم تحديده بوضع إلكترونات التكافؤ حول الذرة المركزية بحيث تكون أبعد ما تكون عن بعضها البعض (أي تكون في أقل وضع من التنافر)، وقد وجد أن مقدار التنافر بين الأزواج الإلكترونية يمكن ترتيبه كالتالي:

زوج حر - زوج حر < زوج رابطة - زوج رابطة < زوج رابطة - زوج رابطة .

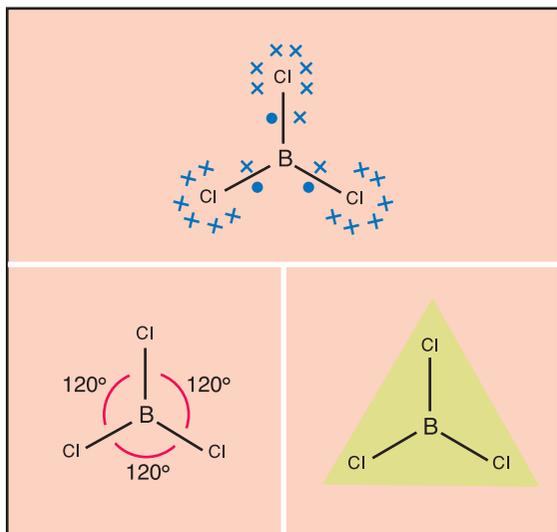


الفصل الثالث: الروابط الكيميائية



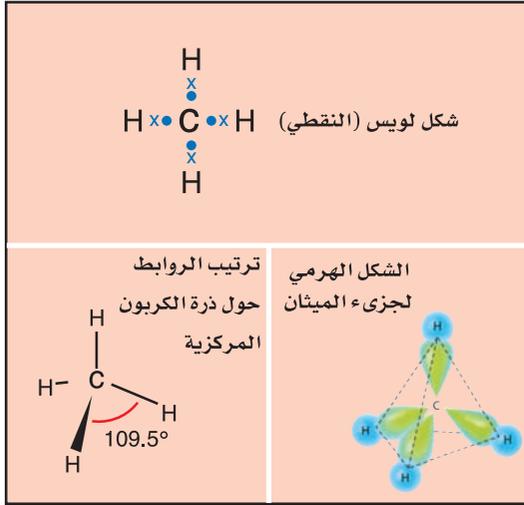
شكل (٣-٧): أشكال جزيء الماء

فمثلاً إذا نظرنا إلى جزيء الماء نجد أن ذرة الأكسجين المركزية محاطة بأربعة أزواج من الإلكترونات الخارجية، وقد وجد أن أفضل توزيع لهذه الأزواج بحيث تكون في أقل وضع من التنافر هو أن تقع في أركان هرم رباعي السطوح (Tetrahedron) بحيث تتوسط ذرة الأكسجين هذا الشكل، والمتوقع أن تكون مقدار الزاوية \widehat{HOH} (١٠٩, ٥) ولكن نظراً لوجود زوجين من الإلكترونات الحرة (غير الرابطة) فهذا يزيد من التنافر بين الأزواج الرابطة والأزواج غير الرابطة فتتقارب الأزواج الرابطة من بعضها أكثر مما يقلل من قيمة الزاوية \widehat{HOH} والتي وجد أنها تساوي (١٠٤, ٥).



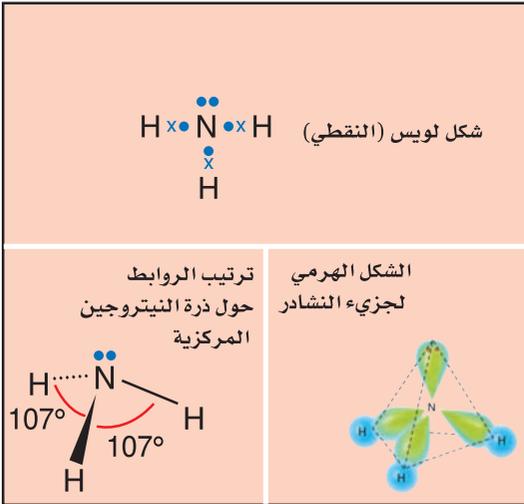
شكل (٣-٨): أشكال جزيء BCl_3

وعند النظر في جزيء ثالث كلوريد البورون BCl_3 (الشكل ٣-٨)، نجد أن ذرة البورون المركزية محاطة بثلاثة من الأزواج الإلكترونية (جميعها رابطة) وحتى تكون في أقل وضع من التنافر - أي أبعد ما يمكن عن بعضها البعض فإن أنسب وضع لها هو وضع ذرات الفلور في زوايا مثلث متساوي الأضلاع وقد وجد فعلاً أن هذا هو شكل الجزيء .



شكل (٣-٩): أشكال جزيء الميثان

وإذا نظرنا إلى جزيء الميثان CH_4 الشكل (٣-٩) نجد أن ذرة الكربون المركزية كما هو موضح من شكل لويس تحاط بأربعة أزواج من الإلكترونات الرابطة، وقد وجد أن أفضل توزيع لهذه الأزواج بحيث تكون في أقل وضع من التنافر هو أن نضعها في أركان هرم رباعي السطوح منتظم Tetrahedron، وأن تتوسط ذرة الكربون هذا الشكل بحيث يكون مقدار الزاوية $\widehat{\text{HCH}}$ $109,5^\circ$.



شكل (٣-١٠): أشكال جزيء النشادر

وإذا نظرنا إلى جزيء النشادر NH_3 (الشكل ٣-١٠) فإننا نجد أن ذرة النيتروجين المركزية تحاط أيضا بأربعة أزواج من الإلكترونات - كما يتضح من شكل لويس - وبالتالي فإن شكل الجزيء المتوقع هو أيضا هرم رباعي السطوح كما هو الحال في جزيء الميثان، إلا أن الفرق الذي نلاحظه هنا أن الأزواج الإلكترونية الثلاثة منها رابطة والزوج الرابع منها غير رابطة (حر)، وهذا الزوج الحر يجذب إلى ذرة النيتروجين فقط وبالتالي يكون أكثر حرية في الحركة ويكون التنافر بينه وبين الأزواج الرابطة أكبر، فتتقارب الأزواج الرابطة مع بعضها البعض أكثر وتصغر الزاوية $\widehat{\text{HNH}}$ في الهرم الرباعي السطوح ويكون مقدارها 107° كما وجد عملياً.



الفصل الثالث: الروابط الكيميائية

إذن يمكن اختصار خطوات تحديد الشكل الهندسي للمركبات التساهمية كالتالي :

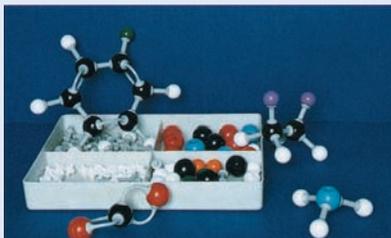
- ١- تحديد عدد إلكترونات التكافؤ لكل ذرة في الجزيء ، وبالتالي رسم شكل لويس للجزيء .
- ٢- تحديد عدد الأزواج الإلكترونية الرابطة وغير الرابطة حول الذرة المركزية .
- ٣- تحديد شكل الجزيء اعتماداً على عدد الأزواج الرابطة وغير الرابطة كما في الجدول التالي (جدول ٣-٤) .

| عدد الأزواج الإلكترونية الرابطة | عدد الأزواج الإلكترونية غير الرابطة | مجموع عدد الأزواج الإلكترونية حول الذرة المركزية | شكل الجزيء | مقدار الزاوية | مثال |
|---------------------------------|-------------------------------------|--|------------------|---------------|------------------|
| ٢ | - | ٢ | مستقيم | ١٨٠° | CO ₂ |
| ٣ | - | ٣ | مثلث مستو | ١٢٠° | BCl ₃ |
| ٤ | - | ٤ | هرم رباعي السطوح | ١٠٩,٥° | CH ₄ |
| ٣ | ١ | ٤ | هرم رباعي السطوح | ١٠٧° | NH ₃ |
| ٢ | ٢ | ٤ | هرم رباعي السطوح | ١٠٤,٥° | H ₂ O |

جدول (٣-٤) : بعض أشكال الجزيئات اعتماداً على الأزواج الإلكترونية.



تدريب (٣-٥) :

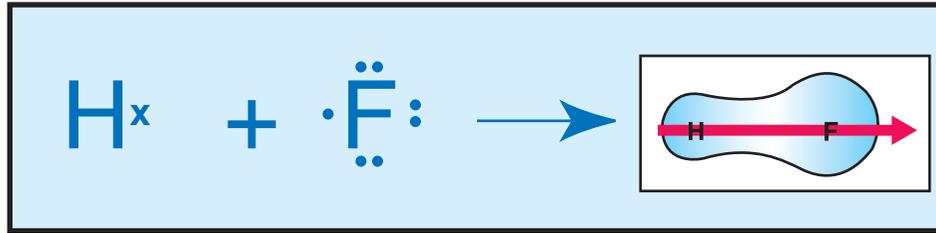


- ارسم أشكال الجزيئات التالية مستخدماً أشكال لويس أولاً، ثم حدد عدد الأزواج الرابطة وغير الرابطة في كل منها : F₂ ، CH₄ ، H₂S
- استخدم النماذج الجزيئية لتمثيل أشكال الجزيئات المذكورة في الفقرة (أ).



قطبية الجزيئات :

هل يكون الزوج الرابط في الرابطة التساهمية في منتصف المسافة بين الذرتين ؟
الواقع أن ذلك يعتمد على السالبة الكهربائية للذرات المكونة للرابطة التي سبق دراستها خلال الفصل السابق، فحينما تكون الرابطة التساهمية بين ذرتين مختلفتين في السالبة الكهربائية فإن الزوج الرابط يكون منجذبا أكثر للذرة ذات السالبة الكهربائية الأعلى، وبالتالي تظهر على هذه الذرة شحنة سالبة جزئية (δ^-) بينما تظهر على الذرة ذات السالبة الكهربائية الأقل شحنة موجبة جزئية (δ^+).



شكل (٣-١١) : تكون الرابطة القطبية في جزيء فلوريد الهيدروجين

وكما يظهر في الشكل (٣-١١) عند تكون الرابطة HF فإن كثافة الشحنة السالبة تكون أكثر بالقرب من ذرة الفلور ذات السالبة الكهربائية الأعلى ونتيجة لظهور الشحنات السالبة والموجبة الجزئية (أقطاب كهربائية موجبة وسالبة) ، فإن الرابطة في هذه الحالة تسمى رابطة تساهمية قطبية .

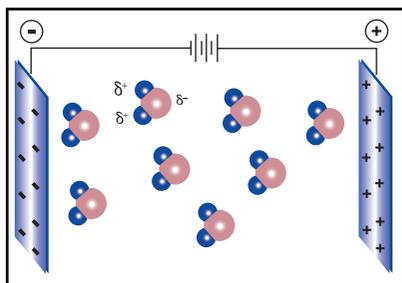
بينما إذا كانت الرابطة التساهمية بين ذرتين متساويتين أو متقاربتين في السالبة الكهربائية فإن الرابطة في هذه الحالة تكون تساهمية غير قطبية مثل H_2 ، Cl_2 وبالتالي فإن القطبية تعرف بأنها مقدار الصفة الأيونية في المركبات التساهمية .

والسؤال الذي يتبادر إلى الذهن الآن هو : إذا كانت الرابطة داخل الجزيء قطبية فهل يعني هذا أن المركب قطبي؟

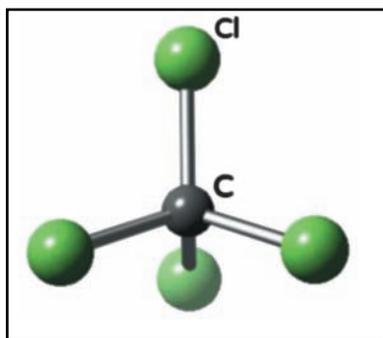
إن ذلك لا يعتمد على قطبية الرابطة فحسب وإنما على محصلة العزم الكهربائي للجزيء أيضاً،



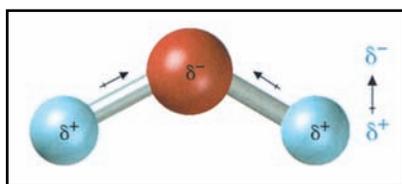
الفصل الثالث: الروابط الكيميائية



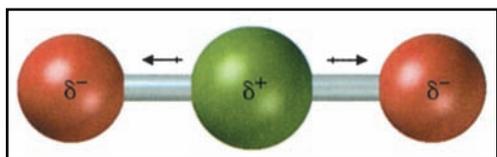
شكل (١٢-٣):
انتظام جزيئات الماء في مجال كهربائي



شكل (١٣-٣):
شكل جزيء رابع كلوريد الكربون المنتظم



شكل (١٤-٣): قطبية جزيء الماء



شكل (١٥-٣):
شكل جزيء ثاني أكسيد الكربون غير القطبي

ويعرف العزم الكهربائي **Electric Dipole Moment** بأنه مدى قابلية جزيئات المادة للانتظام في مجال كهربائي، بحيث يتجه القطب الموجب نحو المهبط (-) بينما يتجه القطب السالب نحو المصعد (+) كما هو موضح بالشكل (٣-١٢).

فمثلاً على الرغم من أن الرابطة C-Cl في مركب رابع كلوريد الكربون، قطبية (نتيجة لوجود فرق في السالبية الكهربائية بين الكربون والكلور) إلا أن الجزيء غير قطبي، وذلك لأن محصلة العزم الكهربائي في الجزيء تساوي صفراً.

إن معرفة قطبية الجزيئات يساعد على تحديد بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للمركب، كما يساعد على التحقق من شكل الجزيء.

فمثلاً عند معرفتنا أن جزيء الماء قطبي أمكننا التأكد أن ذرات الهيدروجين والأكسجين لا تقع على خط واحد لأنها لو كانت كذلك لكانت محصلة العزوم الكهربائية تساوي صفراً، بينما عند معرفتنا أن جزيء ثاني أكسيد الكربون غير قطبي ندرك أن ذرات الكربون والأكسجين تقع على خط مستقيم.

تدريب (٦-٣):

ارسم أشكال الجزيئات التالية (F₂ - H₂S)، موضحاً هل هي قطبية أم غير قطبية، مع ذكر السبب؟





معلومة إثرائية :

إحدى طرق تحديد نوع الرابطة هل هي أيونية أم تساهمية قطبية أم غير قطبية هو الاعتماد على فرق السالبة الكهربائية بين الذرتين المكونتين للرابطة وفق الجدول التالي:

| | | | |
|------------------------|------------|-----------|-------------|
| مقدار الفرق في السالبة | أقل من ٠,٥ | ٠,٥ - ١,٢ | أكبر من ١,٢ |
| نوع الرابطة | غير قطبية | قطبية | أيونية |

إلا أن الطريقة الأفضل لتحديد نوع الرابطة هو من خلال التعرف على خواص المركب المتكون.

ج- الرابطة التساهمية التناسقية: (Coordinate Covalent Bond)



شكل (٣-١٦): أحد أملاح أيون الأمونيوم

هي نوع من أنواع الروابط التساهمية؛ تتم بين ذرتين إحداهما تحتوي على زوج أو أكثر من الإلكترونات الحرة، والثانية تلتزمها هذه الإلكترونات حتى تصل إلى وضع الاستقرار. فالرابطة التساهمية التناسقية تختلف عن الرابطة التساهمية من حيث إن الزوج الإلكتروني الرابط لا تسهم له الذرتان المشتركتان في الرابطة وإنما تسهم له إحداهما فقط.

وتسمى الذرة التي تعطي زوج الإلكترونات بالذرة المانحة (**donner**) وتحمل إشارة موجبة، والذرة التي تستقبل هذا

الزوج من الإلكترونات وتسمى الذرة المستقبلية (**acceptor**) وتحمل إشارة سالبة، ويرمز للرابطة التناسقية بسهم يتجه من الذرة المانحة إلى الذرة المستقبلية.



الفصل الثالث: الروابط الكيميائية

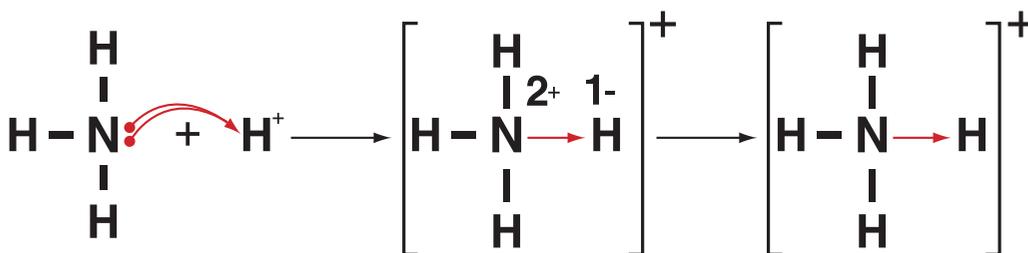
مثال (٣-٤) :



كيف تتكون الرابطة التساهمية التناسقية في أيون الأمونيوم NH_4^+ الناتجة من اتحاد جزيء النشادر مع البروتون المائي H^+ ؟

الحل

يتكون هذا من ارتباط جزيء النشادر مع أيون الهيدروجين الموجب (البروتون) بواسطة الزوج الإلكتروني الحر المتوفر لدى ذرة النيتروجين كما يلي :



شكل (٣-١٧) : تكون الرابطة التساهمية التناسقية في أيون الأمونيوم NH_4^+

تدريب (٣-٧) :

وضح كيف تتكون الرابطة التساهمية التناسقية في أيون الهيدرونيوم H_3O^+ الناتجة من اتحاد جزيء الماء مع البروتون المائي H^+ .



معلومة إثرائية :

الرابطة الفلزية (Metallic Bond) :

هي الرابطة التي تشد الذرات مع بعضها البعض داخل الفلز، وتنشأ نتيجة للتجاذب بين إلكترونات التكافؤ لكل ذرة والذرات الأخرى داخل الفلز في حالته الصلبة، وبالتالي يمكن النظر إلى الفلز في الحالة الصلبة كبحر من الشحنات الموجبة تتحرك بينها الإلكترونات بحرية وتنتقل من ذرة إلى أخرى، ووجود هذه الرابطة هو الذي يفسر وجود الفلزات في الحالة الصلبة في الطبيعة - ما عدا الزئبق -، كما يفسر ظاهرة التوصيل الكهربائي للفلزات.

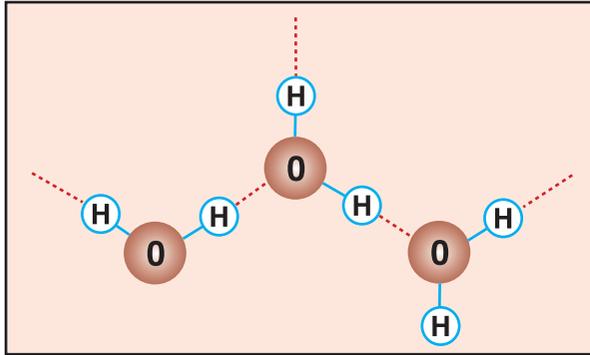


ثانيا : الروابط الفيزيائية :

بعد أن تحدثنا عن الروابط الكيميائية وأنواعها يجدر بنا التطرق إلى الروابط الفيزيائية وهي لا تقل أهمية عن النوع الأول ، حيث أن الروابط الفيزيائية تمثل قوى التجاذب بين الجزيئات.

أ- الرابطة الهيدروجينية : (Hydrogen Bond)

عند مقارنة درجة غليان الماء H_2O (١٠٠ م) ودرجة غليان كبريتيد الهيدروجين H_2S ، (-٦١ م) نجد أن درجة غليان الماء مرتفعة جدا بينما المتوقع أن يكون العكس صحيحا بسبب زيادة الكتلة الجزيئية لكبريتيد الهيدروجين فما السبب في ارتفاع درجة غليان الماء ؟



شكل (٣-١٨) : الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء

إن السبب في ذلك يعود إلى وجود الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء. وعند النظر في الرابطة الهيدروجينية نجد أنها رابطة فيزيائية تقع بين الجزيئات ، وتتكون عندما تقع ذرة الهيدروجين بين ذرتين لهما سالبية كهربائية عالية في جزيئين مختلفين؛ أي أنه حتى تتكون الرابطة الهيدروجينية لا بد من توفر شرطين:

الأول: وجود ذرة هيدروجين متصلة بذرة لها سالبية كهربائية عالية داخل الجزيء ،
الثاني: وجود ذرة لها سالبية كهربائية عالية في الجزيء الآخر (مثل ذرات: N، O، F) كما هو موضح في الشكل (٣-١٨) في حالة الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء .

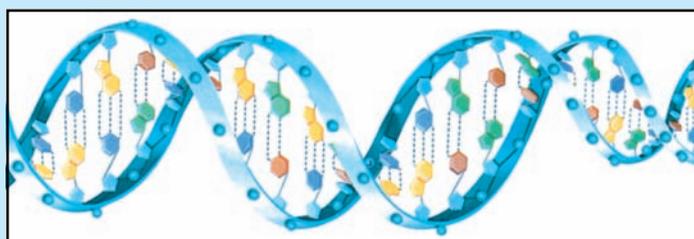


الفصل الثالث: الروابط الكيميائية

الكيمياء في حياتنا



ندرك جميعاً أهمية شريط ال DNA في تركيب خلايا جسم المخلوق الحي، إن الذي يربط بين جانبي الشريط ويجعل طرفي الشريط ممسكين ببعضهما هو الروابط الهيدروجينية حيث ينشأ تجاذب لذرة الهيدروجين في الروابط O-H و N-H لأحد طرفي الشريط مع الأزواج الحرة على ذرتي النيتروجين والأكسجين في الطرف الآخر من الشريط.



ب- رابطة قوى فاندر فال (Vander Waals)

هي قوى الترابط التي تشد جزيئات المادة الواحدة المتعادلة كهربياً مع بعضها البعض، وتنتج من تجاذب أنوية الذرات في جزيء معين مع إلكترونات التكافؤ في جزيء مجاور، وتوجد عادة في جزيئات المركبات التساهمية غير القطبية. وتعد من الروابط الضعيفة، وتزداد قوتها بازدياد الكتلة الجزيئية للمادة، فمثلاً نجد أن درجة غليان الكلور أعلى من درجة غليان الفلور لأن الكتلة الجزيئية للكلور أكبر من الفلور، وكذلك نجد أن درجة غليان الإيثان C_2H_6 أعلى من درجة غليان الميثان CH_4 للسبب نفسه.

تدريب (٣-٨):

بالرجوع إلى الجدول الدوري رتب عناصر المجموعة الثامنة (الغازات النادرة) حسب تزايد درجة غليانها مع بيان السبب.



الفصل الثالث: الروابط الكيميائية

(٣-٣) قارن بين الجزيئات التالية وفق الجدول التالي :

| PCl ₃ | Cl ₄ | Br ₂ | الجزيئات |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | | | وجه المقارنة |
| | | | عدد الأزواج الرابطة |
| | | | عدد الأزواج غير الرابطة |
| | | | الشكل الهندسي للجزيء (بالرسم) |
| | | | الصفة القطبية للجزيء |

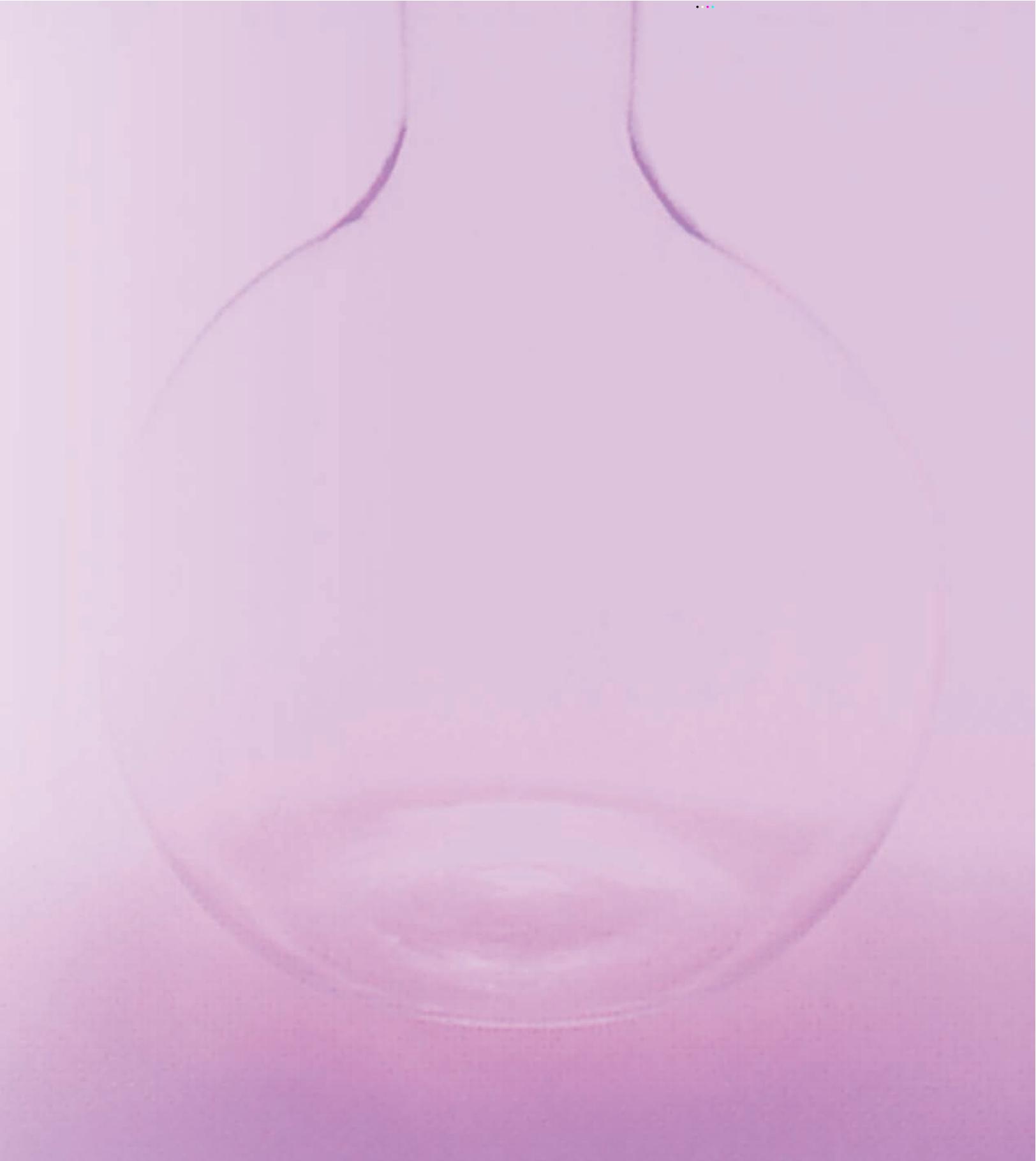
(٤-٣) : رتب المواد التالية تصاعدياً بحسب درجة استقرارها، ولماذا ؟



(٥-٣) : إذا علمت أن طاقة الترتيب البلوري ليوديد الصوديوم (NaI) أكبر من طاقة الترتيب البلوري لكبريتيد الكالسيوم (CaS) ، فأأي المركبين تتوقع أن يكون أعلى في درجة الغليان؟ مع ذكر السبب .

(٦-٣) : قارن بين الرابطة التساهمية والرابطة الهيدروجينية .

(٧-٣) : وضح بالرسم تكون الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات النشادر NH₃.



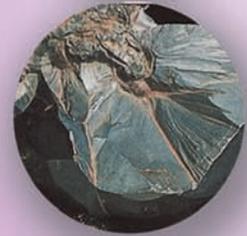
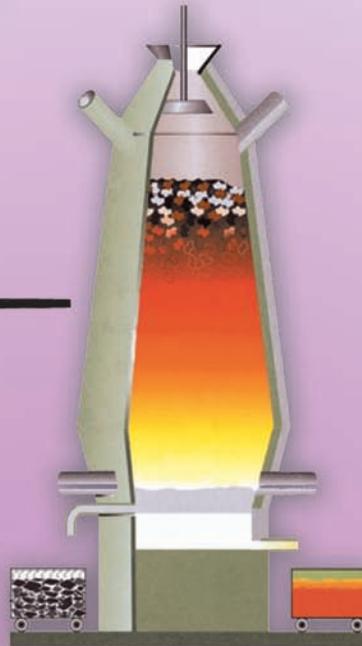
أهداف الفصل

- ١- تحدد موقع العناصر الانتقالية في الجدول الدوري .
- ٢- تعدد الخواص العامة للعناصر الانتقالية .
- ٣- تستنتج رقم الدورة والمجموعة للعنصر الانتقالي من التوزيع الإلكتروني له .
- ٤- توضح استخلاص كلٍّ من النحاس والفضة والذهب والحديد .
- ٥- تبين أنواع تعدين الحديد .
- ٦- توضح الخواص الفيزيائية والكيميائية لعناصر المجموعات ١ ب، ٢ ب .
- ٧- توضح طرق تحضير بعض مركبات المعادن .
- ٨- تكشف عن أيونات المعادن عملياً .
- ٩- تبين أهمية المعادن ومركباتها في حياتنا .

الفصل الرابع

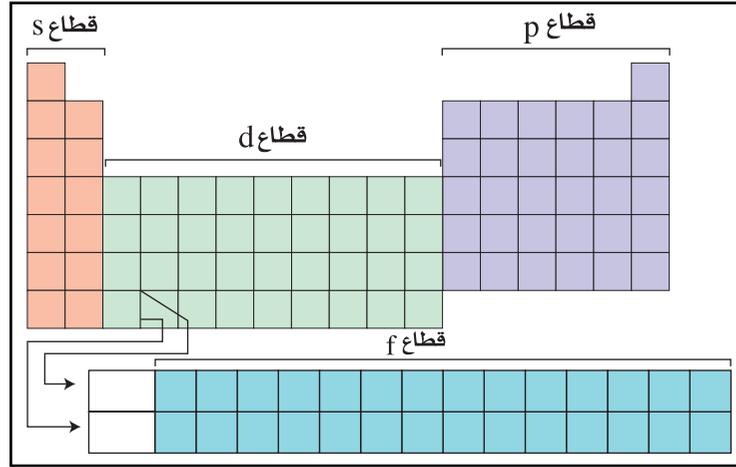
٤

العناصر الانتقالية





استعمل مفهوم عنصر انتقالي في البداية للإشارة إلى المجاميع الثلاث للعناصر في المجموعة الثامنة (٨ب) من جدول مندليف وهذه العناصر تمثل انتقالاً بين القطاعتين S و P من الجدول الدوري. إلا أن هذا المفهوم يستعمل الآن بشكل أوسع ليشمل القطاعتين d و f من الجدول الدوري، كما في الشكل (٤-١).



شكل (٤-١)

موقعها في الجدول الدوري:

تقع العناصر الانتقالية في وسط الجدول الدوري (شكل ٤-٢) وتنقسم إلى :-

١- العناصر الانتقالية الرئيسية :-

هي مجموعة من العناصر التي ينتهي تركيبها الإلكتروني لمجال التكافؤ d، s وتتوزع في ثلاث متسلسلات يحتوي كل منها على عشرة عناصر .

٢- العناصر الانتقالية الداخلية :

هي مجموعة من العناصر التي ينتهي تركيبها الإلكتروني لمجال التكافؤ f، d وتشمل سلسلتين تقع في الجزء السفلي من الجدول الدوري وتحتوي كل منها على أربعة عشر عنصراً تعرف بمتسلسلة اللانثانيدات ومتسلسلة الأكتينيدات.



الفصل الرابع : العناصر الانتقالية

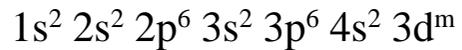
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 H هيدروجين 1.008 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He هيليوم 4.003 |
| 3 Li ليثيوم 6.941 | 4 Be بريليوم 9.012 | | | | | | | | | | | 5 B بورون 10.811 | 6 C كربون 12.011 | 7 N نيتروجين 14.007 | 8 O أكسجين 15.999 | 9 F فلورين 18.998 | 10 Ne نيون 20.180 |
| 11 Na صوديوم 22.990 | 12 Mg مغنيزيوم 24.305 | | | | | | | | | | | 13 Al ألومنيوم 26.982 | 14 Si سيليكون 28.086 | 15 P فوسفور 30.974 | 16 S كبريت 32.06 | 17 Cl كلور 35.453 | 18 Ar أرجون 39.948 |
| 19 K بوتاسيوم 39.098 | 20 Ca كالكسيوم 40.078 | 21 Sc سكانديوم 44.956 | 22 Ti تيتانيوم 47.88 | 23 V فاناديوم 50.942 | 24 Cr كروم 51.996 | 25 Mn منجنيز 54.938 | 26 Fe حديد 55.847 | 27 Co كوبالت 58.933 | 28 Ni نكل 58.69 | 29 Cu نحاس 63.546 | 30 Zn زنك 65.39 | 31 Ga جالوم 69.723 | 32 Ge جرمانيوم 72.61 | 33 As زرنيخ 74.922 | 34 Se سيلينيوم 78.96 | 35 Br بروم 79.904 | 36 Kr كربتون 83.80 |
| 37 Rb روبيديوم 85.468 | 38 Sr سترونشيوم 87.62 | 39 Y يتريوم 88.906 | 40 Zr زركونيوم 91.224 | 41 Nb نيوبيوم 92.906 | 42 Mo موليبدينوم 95.94 | 43 Tc تكنيشيوم (98) | 44 Ru روديوم 101.07 | 45 Rh رودنيوم 101.07 | 46 Pd بالاديوم 106.42 | 47 Ag فضة 107.868 | 48 Cd كاديوم 112.411 | 49 In إنديوم 114.818 | 50 Sn قصدير 118.710 | 51 Sb ستيمون 121.75 | 52 Te تيلورين 127.60 | 53 I يود 126.904 | 54 Xe زينون 131.29 |
| 55 Cs سيزيوم 132.905 | 56 Ba باريوم 137.327 | 57 La لانثانوم 138.905 | 58 Ce سيريوم 140.115 | 59 Pr براسميوم 140.908 | 60 Nd نيوديميوم 144.24 | 61 Pm بروميثيوم (145) | 62 Sm ساماريوم 150.36 | 63 Eu يوروبيوم 151.965 | 64 Gd جادولنيوم 157.25 | 65 Tb تربيوم 158.925 | 66 Dy ديسبرزيوم 162.50 | 67 Ho هولميوم 164.930 | 68 Er إربيوم 167.254 | 69 Tm توليم 168.934 | 70 Yb يوروبيوم 173.04 | 71 Lu لوتشيوم 174.967 | |
| 87 Fr فرانسيوم (223) | 88 Ra راديوم (226) | 89 Ac أكتينيوم (227) | 90 Th تورانيوم (232) | 91 Pa بروتكتينيوم (231) | 92 U يورانيوم (238) | 93 Np نبتونيوم (237) | 94 Pu بلوتونيوم (244) | 95 Am أميريكيوم (243) | 96 Cm كيريوم (247) | 97 Bk بريكيوم (247) | 98 Cf كالفورنيوم (251) | 99 Es أينشتاينيم (252) | 100 Fm فرميوم (257) | 101 Md منديليفيوم (258) | 102 No نوبليوم (259) | 103 Lw لورنسيوم (260) | |

شكل (٤-٢): موقع العناصر الانتقالية والانتقالية الداخلية من الجدول الدوري

التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية

تعتمد الخواص الفيزيائية والكيميائية لعناصر المتسلسلات الانتقالية على التوزيع الإلكتروني للمجالين $[ns, (n-1)d]$ حيث n تمثل العدد الكمي الرئيسي، يأخذ القيمة (من ١ إلى ٧).

فالتوزيع الإلكتروني لعناصر المتسلسلة الانتقالية الأولى مثلاً:



باعتقاد التوزيع الإلكتروني للغازات النادرة: الأرجون والكربتون والزينون والواقعة في نهاية الدورات الثالثة والرابعة والخامسة على التوالي، يمكن كتابة التوزيع الإلكتروني المختصر للمتسلسلات الثلاثة كما

في الجدول (٤-١)

| التوزيع الإلكتروني | المتسلسلة |
|--------------------------|------------------------------|
| $[Ar] 4s^2 3d^m$ | المتسلسلة الانتقالية الأولى |
| $[Kr] 5s^2 4d^m$ | المتسلسلة الانتقالية الثانية |
| $[Xe] 6s^2 4f^{14} 5d^m$ | المتسلسلة الانتقالية الثالثة |

جدول (٤-١) (*)

(*) حيث تمثل m في هذا الجدول القيمة من (١ إلى ١٠).



ومن الجدير بالذكر أن مجال d يكون أكثر استقراراً وهو ممتلئ أو نصف ممتلئ بالإلكترونات. فالمجال 3d مثلاً يكون أكثر استقراراً عندما يحتوي على عشرة إلكترونات كما في الخارصين أو عندما يكون نصف ممتلئ حينما يحتوي على خمسة إلكترونات كما في المنجنيز ويوضح جدول (٤-٢) التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية للمتسلسلة الأولى.

| رقم المجموعة | IIIB | IVB | VB | VIB | VIIB | VIII B | | IB | IIB | |
|-------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| رمز العنصر | $_{21}\text{Sc}$ | $_{22}\text{Ti}$ | $_{23}\text{V}$ | $_{24}\text{Cr}$ | $_{25}\text{Mn}$ | $_{26}\text{Fe}$ | $_{27}\text{Co}$ | $_{28}\text{Ni}$ | $_{29}\text{Cu}$ | $_{30}\text{Zn}$ |
| العنصر | سكانديوم | تيتانيوم | فاناديوم | كروم | منجنيز | حديد | كوبالت | نيكل | نحاس | خارصين |
| التوزيع الإلكتروني [Ar] | $4s^2 3d^1$ | $4s^2 3d^2$ | $4s^2 3d^3$ | $4s^1 3d^5$ | $4s^2 3d^5$ | $4s^2 3d^6$ | $4s^2 3d^7$ | $4s^2 3d^8$ | $4s^1 3d^{10}$ | $4s^2 3d^{10}$ |

جدول (٤-٢) التوزيع الإلكتروني لعناصر المتسلسلة الانتقالية الأولى

مثال (٤-١) :

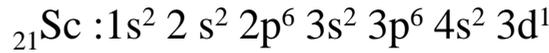


اكتب التوزيع الإلكتروني لعنصر السكانديوم : $_{21}\text{Sc}$.

الحل

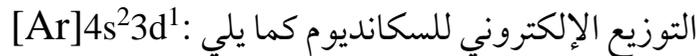
يمكن الحل بطريقتين :

الطريقة الأولى : التوزيع الإلكتروني الكامل



الطريقة الثانية : التوزيع الإلكتروني المختصر :

تعتمد هذه الطريقة على كتابة رمز العنصر النادر الذي يسبق العنصر المراد توزيع إلكتروناته، وهو هنا عنصر الأرجون Ar وعدد إلكتروناته (١٨) إلكترونات، وعليه يكون





مثال (٤-٢) :



اكتب التوزيع الإلكتروني لكل مما يلي : $_{24}\text{Cr}$ ، $_{29}\text{Cu}$.

الحل

نلاحظ أن التوزيع الإلكتروني للكروم Cr كما يلي :

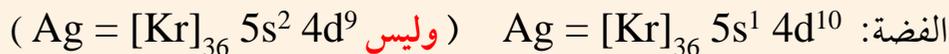
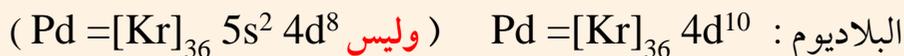


وكذلك في النحاس فإن توزيعه الإلكتروني يكون كالتالي :



معلومة إثرائية :

عند دراسة التركيب الإلكتروني لعناصر المتسلسلة الانتقالية الثانية نجد أن الكثير من التركيبات الإلكترونية تقترب من إكمال المجال d لذلك نلاحظ :



وكذلك عند دراسة التوزيع الإلكتروني لعناصر المتسلسلة الانتقالية الثالثة كالذهب Au هو :



وعلى الرغم من أن المجال الفرعي (4s) يبدو أقل طاقة من المجال (3d) إلا أننا عندما نؤين ذرة عنصر انتقالي فإننا نفصل إلكتروناتنا من المجال الفرعي (4s) لا من المجال الفرعي (3d)، وتعبير أدق عند إيجاد التوزيع الإلكتروني لأيون موجب لأي عنصر انتقالي نبدأ بنزع إلكترونات من المجال (4s) قبل المجال (3d) فمثلاً: التوزيع الإلكتروني لأيون Cr^{++} هو $(\text{Ar})3d^4$ وللأيون Zn^{++} هو $(\text{Ar})3d^{10}$ وهكذا.



تدريب (٤-١)

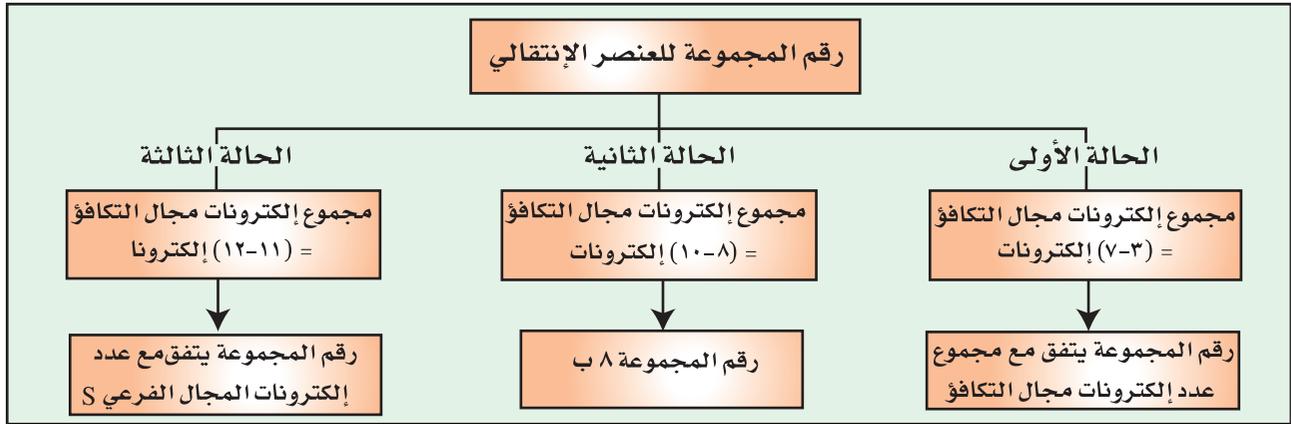
اكتب التوزيع الإلكتروني لأيونات التالية: Fe^{+++} و Mn^{++} و Cu^{++} .



تحديد موقع العنصر الانتقالي من التوزيع الإلكتروني :

لتحديد موقع عنصر انتقالي نتبع ما يلي :-

- ١- يتفق رقم الدورة مع أكبر عدد كمي رئيسي في التوزيع الإلكتروني .
- ٢- يمكن حساب رقم المجموعة للعنصر الانتقالي وذلك من معرفة عدد إلكترونات مجال التكافؤ، ولذلك ثلاث حالات يمكن بيانها في الشكل (٤-٣)



شكل (٤-٣) طريقة استنتاج رقم المجموعة لعنصر انتقالي

مثال (٤-٣) :



اكتب التوزيع الإلكتروني للعنصر ^{25}Mn وحدد رقم الدورة والمجموعة.

الحل

رقم المجموعة : (السابعة ب) ، رقم الدورة : (الرابعة)



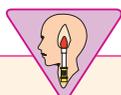


تدريب (٢-٤) :

إذا كان العدد الذري لعنصرين يساوي (٢٦ و ٤٧) فحدد موقع كل منهما في الجدول الدوري موضحاً رقم الدورة والمجموعة .

الخواص المميزة للعناصر الانتقالية :

- ١- جميع العناصر الانتقالية من الفلزات الصلبة باستثناء الزئبق السائل .
- ٢- موصلة جيدة للكهرباء والحرارة .
- ٣- درجات انصهارها و غليانها عالية .
- ٤- معظم مركباتها ملونة .
- ٥- جهد تأينها وألفتها الإلكترونية منخفضة نسبياً ، إذ تتفاعل عموماً بحيث تفقد واحداً أو أكثر من إلكترونات مجال التكافؤ (المجال الخارجي) .
- ٦- جهد التأين الثاني لها منخفض نسبياً ، مما يجعل عدد الأكسدة +٢ للعناصر الانتقالية مألوفاً .



معلومة إثرائية :

تتميز المركبات الانتقالية بألوانها، ويرجع سبب تلون مركباتها في المحاليل المائية إلى قدرة أيونات العناصر الانتقالية على تكوين أيونات معقدة مع جزيئات الماء. فمثلاً لون محلول كلوريد الكوبالت الثنائي المائي $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ وردي بسبب تكون الأيون المعقد $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ والذي لا يظهر لونه عند الكتابة ولكن بالتسخين تتبخر جزيئات الماء ويحل Cl_2 محل H_2O فيصبح اللون أزرق $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$ وقد استخدمت هذه الظاهرة في السابق في صناعة الحبر السري.



| | |
|---------|----|
| 29 | Cu |
| نحاس | |
| 63.546 | |
| 47 | Ag |
| فضة | |
| 107.868 | |
| 79 | Au |
| ذهب | |
| 196.967 | |



شكل (٤-٤): عملة ذهبية قديمة

المجموعة الأولى الفرعية (1B) :

النحاس والفضة والذهب عناصر المجموعة ١ ب وتسمى هذه العناصر بفلزات العملة .

الخواص العامة لفلزات العملة :

تتميز عن الفلزات الأخرى بمقاومتها للتآكل بفعل الجو، وقابليتها العالية للسحب والطرق، وتوصيلها الجيد للحرارة والكهرباء؟ وتنصهر جميعها عند درجة حرارة منخفضة نسبياً.

ولا يتأثر الفضة والذهب بالأكسجين، وتتميز هذه المجموعة بأن تركيبها الإلكتروني الخارجي $ns^1 (n-1)d^{10}$ ولذا فإن هذه العناصر تتخذ في بعض مركباتها عدد الأكسدة (+1) لسهولة فقد الإلكترون من المجال الخارجي (ns^1).

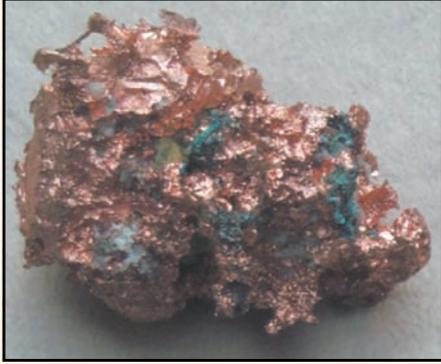
ونظراً لأن عنصري الذهب والفضة من العناصر الثقيلة فإن الشحنة الموجبة في نواتيها عالية، ولذا فإنهما يميلان إلى الإتحاد بالعناصر الأخرى بواسطة روابط تساهمية لا أيونية . كما أن لهما قابلية عالية للدخول في تفاعلات تؤدي إلى تكوين مركبات وأيونات معقدة . وعلى الرغم من درجة التشابه الكبيرة في خواص تلك العناصر إلا أن هناك اختلافات بينة فيما بينها في بعض الخواص الكيميائية ، حيث إن النحاس في معظم مركباته يتخذ عدد الأكسدة (+2)، والفضة (+1)، والذهب (+3) .

النحاس (Cu (Copper) :

يعرف منذ العصور القديمة على شكل الفلز الحر، ويدخل في كثير من الاستعمالات مما أدى إلى البحث عنه والتنقيب عن المزيد من خاماته في كثير من بلدان العالم . وتجدر الإشارة إلى أن خامات النحاس توجد منتشرة في أنحاء كثيرة من المملكة العربية السعودية وخاصة في مناطق مناجم الذهب والفضة القديمة .



معلومة إثرائية :



شكل (٤-٥) أحد خامات النحاس

وجود النحاس في الطبيعة :

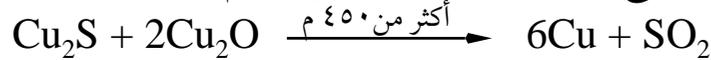
يوجد النحاس على شكل فلز أو متحداً على هيئة مركبات تعرف بخامات النحاس ومن أهمها :

١- الشالكوسايت Chalcocite (كبريتد النحاس Cu_2S)

٢- الكوبرايت Cuprite (أكسيد النحاس الأحادي Cu_2O)

استخلاص النحاس :

تصهر المواد الخام في أفران الحرق الذاتي (للتخلص من أكبر كمية ممكنة من الكبريت) وتخلط مع الفحم والسليكا وعندما ترتفع درجة الحرارة إلى ما فوق ٤٥٠ م° يفصل النحاس حسب المعادلة الكيميائية التالية:



والنحاس الناتج غير نقي ولإزالة الشوائب منه والحصول على الفلز النقي يتم تنقيته بعملية التحليل الكهربائي، حيث يترسب النحاس النقي على القطب السالب "المهبط" في خلية التحليل الكهربائي. حيث تبلغ نقاوته حوالي ٩٩٪.

خواص النحاس :

أ- الخواص الفيزيائية:

النحاس فلز معدني لونه أصفر مائل إلى الحمرة في صورته النقية وسبائكه لها ألوان جذابة، ودرجة انصهاره ١٠٨٣ م°، بينما درجة غليانه ٢٥٩٥ م°، ويمتاز بقابليته العالية للتوصيل الحراري والكهربائي.



ب - الخواص الكيميائية :

يتفاعل النحاس مع الهالوجينات (عناصر المجموعة ٧ أ: F_2, Cl_2) مكوناً هاليدات النحاس ($CuCl_2, CuF_2$)، ويتفاعل مع الكبريت منتجاً كبريتيد النحاس، وفيما يلي تفصيل بعض تفاعلات النحاس:

١- تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي :

لا يؤثر الهواء الجاف في النحاس في درجة الحرارة العادية، ولكنه يتأكسد إذا سخن في الهواء أو الأكسجين فتتكون على سطحه طبقة حمراء من أكسيد النحاس الأحادي Cu_2O ، إذا استمر التسخين تتحول إلى طبقة سوداء من أكسيد النحاس الثنائي CuO أما بتسخين النحاس في الهواء فيتحول إلى أكسيد النحاس الأحادي وأكسيد النحاس الثنائي.

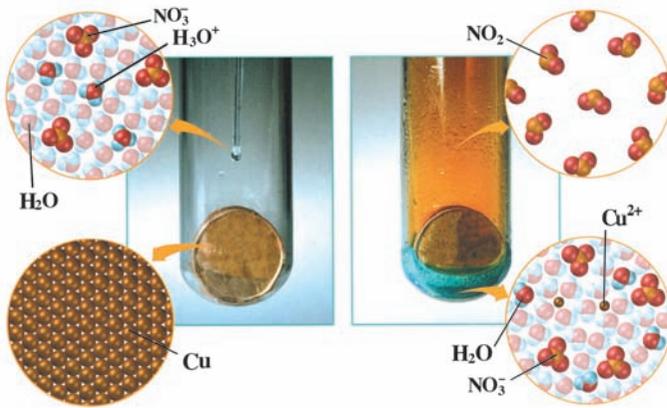


ويتأكسد النحاس ببطء في الهواء الرطب الذي يحوي ثاني أكسيد الكربون في درجة الحرارة العادية .



سؤال للتفكير

لماذا تظلى الأواني النحاسية بطبقة من القصدير؟



٢- تفاعله مع الأحماض :

يؤثر حمض النيتروجين على فلز النحاس فيتصاعد غاز ثاني أكسيد النيتروجين ذا اللون البني المحمر ويكون نترات النحاس، (شكل ٤-٦) .



شكل (٤-٦) أثر حمض النيتروجين على النحاس

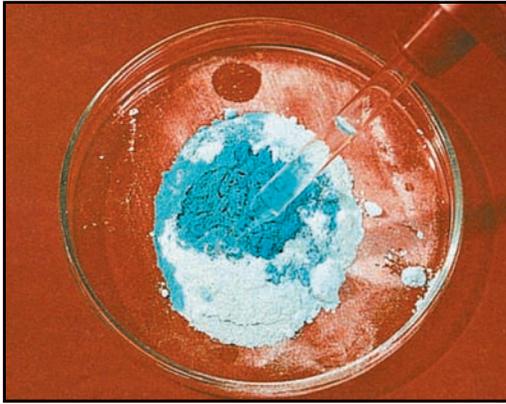
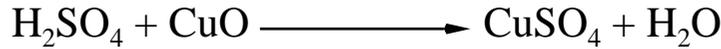


مركبات النحاس :

يأخذ النحاس في أملاحه أعداد أكسدة (+1 أو +2)، ونتيجة لذلك فإن النحاس يكون مركبات عديدة ومنها :

١- كبريتات النحاس الثنائي CuSO_4

يعد من أهم أملاح النحاس نظرا لتعدد تطبيقاته العملية وتوفر وجوده في الطبيعة ويحضر هذا الملح عند إذابة أكسيد النحاس الثنائي في حمض الكبريت المخفف حسب المعادلة :



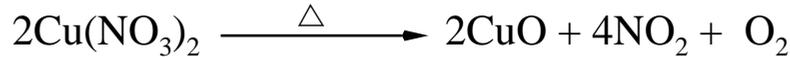
شكل (٧-٤) كبريتات النحاس المائي واللامائي

وكبريتات النحاس الثنائي مسحوق أبيض اللون في الحالة اللامائية، شديد الميل لامتصاص الرطوبة حيث يتحول لونه إلى الأزرق ويسمي كبريتات النحاس الثنائي المائي $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (الزجاج الأزرق)، شكل (٧-٤)، وعند تعريضه لدرجة حرارة تصل إلى ٢٥٠ م يتحول إلى كبريتات النحاس الثنائي اللامائي .

٢- أكاسيد النحاس :

أ- أكسيد النحاس الثنائي : CuO

يتكون بإذابة النحاس في حمض النيتروجين المخفف أو المركز، ثم تسخين التترات الناتجة حسب المعادلة:



ولا يذوب أكسيد النحاس الثنائي في الماء وإنما يذوب في الأحماض المخففة ويتميز بأنه عامل مؤكسد

ب- أكسيد النحاس الأحادي : Cu_2O

يتكون أكسيد النحاس الأحادي بتسخين النحاس في الهواء أو بتسخين أكسيد النحاس الثنائي، حيث يتم التسخين في الحالتين إلى درجة حرارة عالية (١٠٠٠ م) أو بمعالجة محلول النحاس الثنائي بسكر العنب (الجلوكوز).



تحضير أكسيد النحاس الأحادي Cu_2O

نشاط عملي ٤-١



الخطوات

- ١- ضع ٢ مل من كاشف فهلنج (أ) مع ٢ مل من كاشف فهلنج (ب) واخلطهما جيدا وضعهما في حمام مائي .
- ٢- ضع ٢ مل من محلول الجلوكوز في أنبوبة اختبار .
- ٣- امزج ٢ مل من مزيج محلول فهلنج مع محلول سكر الجلوكوز.
- ٤- ضع الخليط في حمام مائي ساخن وراقب ما يحدث، ماذا تلاحظ؟
- اكتب معادلة تصف التغير الذي حدث.

المواد والأدوات

- أنابيب اختبار
- ماسك أنابيب وحامل
- حمام مائي
- محلول فهلنج (أ)
- محلول فهلنج (ب)
- محلول سكر الجلوكوز

الكشف عن أيونات النحاس Cu^{++}

نشاط عملي ٤-٢



الخطوات

- ١- بلّل سلك بلاتين بحمض الكلور ثم اغمسه في محلول كبريتات النحاس وعرضه للهب بنزن، ماذا تلاحظ؟
- ٢- أضف إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم بضع قطرات من محلول كبريتات النحاس، ماذا تلاحظ؟
- * اكتب معادلة التفاعل .
- ٣- سخن المحلول الناتج، ماذا تلاحظ؟
- ٤- في أنبوبة اختبار نظيفة ضع ٣ مل من محلول النشادر وأضف إليه بضع قطرات من محلول النحاس، ماذا تلاحظ؟
- ٥- أضف كمية من محلول النشادر إلى المحلول في الخطوة (٤)، ماذا تلاحظ؟

المواد والأدوات

- سلك بلاتين
- حمض الكلور
- محلول كبريتات النحاس
- محلول هيدروكسيد الصوديوم
- محلول النشادر
- موقد
- أنابيب اختبار



أ- الأهمية الغذائية للنحاس :

يحتوي جسمك على كمية من النحاس لا تقل عن ١٠٠ ملجم؛ تساعد - بإذن الله - في الوقاية من فقر الدم المعروف بالأنيميا، كما يدخل في تركيب بعض الأنزيمات، ونقصه يؤدي إلى اضطراب النمو، وفقر الدم ويمكن الحصول عليه من اللحوم وصفار البيض والفواكه والخضار.



شكل (٤-٨) أسلاك التوصيل الكهربائي المصنوعة من النحاس

ب- الاستخدامات الصناعية للنحاس ومركباته :

من استخدامات النحاس المهمة صناعة أسلاك الكهرباء إذ يستهلك حوالي ٤٠٪ من النحاس المنتج في العالم سنوياً في هذا المجال (شكل ٤-٨). ونظراً لارتفاع الحرارة النوعية للنحاس فإنه يستعمل كوسيط لنقل الحرارة في عمليات التسخين والتبريد، كما أنه يدخل في صناعة أنواع متعددة جداً من السبائك منها ما يلي :

١- النحاس الأصفر (Bass) : وهو سبيكة من النحاس والخراسين، والنحاس الأصفر مقاوم للعوامل الجوية والمواد الكيميائية ويمكن صبه وتلميعه، كما أن له ألواناً تتراوح من الأحمر إلى الأصفر إلى الأبيض حسب نسبة الخراسين فيه، ويستخدم في التوصيلات الكهربائية وفي صنع السخانات والغلايات .

٢- البرونز (Bronze) : وهو سبيكة من النحاس والقصدير، ويتميز بأنه مقاوم للمواد الكيميائية وشديد الصلابة شكل (٤-٩).

٣- سبائك البرونز : وتتكون بإضافة الرصاص بنسبة ٤٠٪ مما يجعلها تتصف بالمرونة، وهناك سبائك نحاسية كثيرة يختلف تركيبها باختلاف الوظائف التي تصنع لتأديتها.



شكل (٤-٩) تحفة مصنوعة من البرونز



الفضة (Silver) :Ag

الفضة من المعادن الثمينة، وقد عرفها الإنسان منذ العصور القديمة، وتوجد الفضة في مختلف أنحاء سلسلة الجبال الغربية في المملكة العربية السعودية.



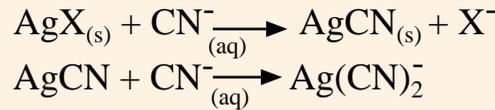
معلومة إثرائية :

وجود الفضة في الطبيعة :

توجد الفضة في الطبيعة على شكل عنصر حر بنسبة قليلة، كما توجد لها خامات مثل الارجتايت Argentite (Ag₂S) أو على شكل كلوريد (AgCl) وكثيرا ما يوجد مختلطا بخامات معادن النحاس والرصاص والخارصين.

استخلاص الفضة :

إن معظم إنتاج العالم من الفضة يأتي من الفضة المستخرجة كناتج ثانوي من خامات النحاس والرصاص والخارصين، ومن طرق استخلاصها من خاماتها (الاستخلاص بالسيانيد) التي تعد أحدث طريقة لاستخلاص الفضة من خاماتها، وخلاصتها أن يطحن الخام ويعالج بالماء ليشكل شبه عجينة ثم يضاف إليه محلول سيانيد الصوديوم ويمرر فيه تيار من الهواء فتذوب الفضة (والذهب إن وجد) في السيانيد.



ثم يرشح محلول السيانيد المحتوي على الفضة ويختزل باستعمال مسحوق الخارصين :





خواص الفضة :

أ- الخواص الفيزيائية :

الفضة فلز أبيض لامع، ينصهر عند درجة حرارة ٩٦٠,٥ م°، وهي أكثر الفلزات توصيلاً للحرارة والكهرباء وأشدّها عكساً للضوء.

ب- الخواص الكيميائية :

لا تتأثر الفضة بالهواء النقي ويعود اسوداد سطح الفضة نتيجة تفاعل الفضة مع ما يلوث الجو من كبريتيد الهيدروجين وثنائي أكسيد الكبريت لتتكون طبقة من كبريتيد الفضة. وتذوب الفضة في حامض النيتروجين لتعطي نترات الفضة، وفي حامض الكبريت الساخن المركز لتعطي كبريتات الفضة، وتتخذ الفضة تكافؤاً أحادياً في معظم مركباتها.

من مركبات الفضة :

نترات الفضة $AgNO_3$

تعد نترات الفضة من أشهر مركبات الفضة، وهي ملح شفاف يحضر بإضافة حمض النيتروجين متوسط التركيز إلى الفضة كما في المعادلة التالية :



وينصهر الملح عند درجة حرارة ٢١٧ م° لكنه يتحلل إذا سخن إلى درجات حرارة عالية حسب المعادلة التالية:



ونترات الفضة سهلة الذوبان في الماء (٩٥٠ جرام / ١٠٠ جرام ماء عند درجة حرارة ١٠٠ م°) وهي سهلة الاختزال، لذا فإنها عامل مؤكسد جيد كما أنها تستعمل في تحضير معظم مركبات الفضة، وتستعمل نترات الفضة في تحضير هاليدات الفضة (أي مركبات الفضة مع الهالوجينات : الكلور والبروم، ...).



سؤال للتفكير

لماذا تأخذ ذرة الفضة التكافؤ الأحادي في معظم مركباتها؟



الكشف عن أيونات الفضة

نشاط عملي ٣-٤



الخطوات

- ١- ضع ٢ مل من كل من المحاليل التالية في أنابيب اختبار
 - * محلول نترات الفضة
 - * محلول يوديد البوتاسيوم
 - * محلول حمض الكلور
 - * محلول كرومات البوتاسيوم
 - * محلول هيدروكسيد الصوديوم
- ٢- رقم الأنابيب باستخدام ورق لاصق من (١-٥)
- ٣- أضف إلى الأنابيب بضع قطرات من محلول نترات الفضة، ماذا تلاحظ؟ سجل مشاهداتك في الجدول أدناه.
- ٤- أضف ١ مل من محلول النشادر المائي (هيدروكسيد الأمونيوم) إلى الأنابيب، ماذا تلاحظ؟ سجل مشاهداتك في جدول مشابه للجدول التالي:

| معادلة التفاعل | لون الراسب | اسم المحلول | رقم الأنبوبة |
|----------------|------------|-------------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

المواد والأدوات

- محلول نترات الفضة
- محلول حمض الكلور
- محلول يوديد البوتاسيوم
- محلول كرومات البوتاسيوم
- محلول هيدروكسيد الصوديوم
- محلول هيدروكسيد الأمونيوم
- أنابيب اختبار وحامل
- ورق لاصق لترقيم الأنابيب

أثر الضوء على كلوريد الفضة

نشاط عملي ٤-٤



الخطوات

- ١- أضف محلول كلوريد الصوديوم قطرة قطرة إلى محلول نترات الفضة مع استمرار التحريك بشدة .
- ٢- عند اكتمال ترسيب أيون الفضة، اترك المحلول قليلاً حتى ينفصل الراسب عن الرائق (السائل).

المواد والأدوات

- قمع زجاجي
- كأس زجاجي سعة ٤٠٠ مل



الفصل الرابع: العناصر الانتقالية

- ٣- سخن المحلول والراسب وحرك جيدا ليتخثر الراسب، ماذا تلاحظ؟
- ٤- رشح المزيج في قمع زجاجي واغسله بالماء المقطر ثم الغول .
- ٥- جفف الراسب في الهواء.
- ٦- افرد مسحوق كلوريد الفضة على ورقة ترشيح ثم غطّ نصفه بورقة ترشيح أخرى واترك النصف الآخر مكشوفاً.
- ٧- أشعل شريط المغنيسيوم وعرض سطح كلوريد الفضة المكشوف إلى وهج الشريط، ماذا تلاحظ؟
- ٨- اكشف النصف المغطى، وقارن لون النصف المغطى بلون النصف الذي تعرض لوهج شريط المغنيسيوم، ودون ملاحظاتك.
- ٩- اكتب معادلة كيميائية لتفاعل كلوريد الصوديوم مع نترات الفضة.

- ورق شفاف (ترشيح)
- أنابيب اختبار وحامل
- ورق لاصق لترقيم الأنابيب
- ماسك أنابيب
- قطاره
- موقد
- محلول كلوريد الصوديوم
- شريط مغنيسيوم

الكيمياء في حياتنا



شكل (١٠-٤)

١- الفضة معدن ثمين يستعمل في صنع الحلبي والمجوهرات، ونظراً لليونتها فإنها تستخدم كسبائك مع النحاس، لإنتاج أنواع من الحلبي وأدوات الزينة شكل (٤-١٠).

٢- تستعمل الفضة في طلاء المعادن وفي صناعة بعض أنواع الأقطاب الكهربائية والبطاريات.

٣- تستعمل الفضة في صنع المرايا وعاكسات الضوء.

٤- تستعمل نترات الفضة في أغراض طبية مثل (الكي البارد في الجراحة).

٥- تدخل الفضة في صنع أفلام التصوير وتعتمد عملية التصوير على أثر الضوء على بروميد الفضة الذي تحتوي عليه الأفلام على شكل مستحلب جلاتيني، إذ يختزل الضوء أيون الفضة (Ag^+) إلى ذرات (Ag) الفضة الذي يبقى عالقا في الجيلاتين على شكل حبيبات دقيقة سوداء، شكل (٤-١١).



شكل (١١-٤)



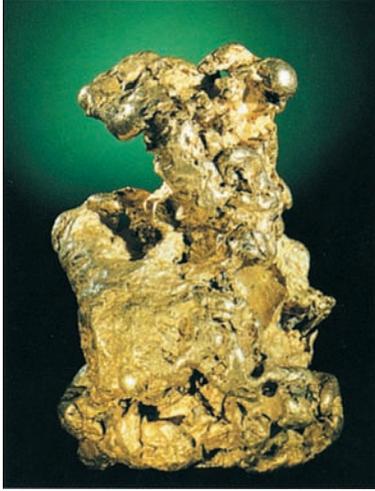
الذهب (Au) : Au

وجوده في الطبيعة:

يوجد الذهب في الطبيعة على صورته الفلزية حراً غير متحد بعناصر أخرى، كما أنه قد يوجد على شكل سبائك مع الفضة، ويوجد الذهب في المملكة في مناطق متعددة من أهمها مهد الذهب جنوب المدينة النبوية الشريفة.

استخلاص الذهب :

يستخلص الذهب إما بجرش الصخور الحاوية له وغسلها بالماء حيث يذهب الزبد ويترسب الذهب ثقيلًا.



شكل (٤-١٢)

أو بمعالجته إذا كان ضمن طبقة ترابية بمحلول سيانيد الصوديوم ليكون محلول الذهب المعقد $Na[Au(CN)_4]$ الذي يختزل بعد ذلك بالخارصين لاستخلاص الذهب .



نشاط ميداني :

قم بزيارة إلى أحد مناجم الذهب القريبة إلى منطقتك في المملكة، أو قم بزيارة إلى شركات التعدين أو فروع وزارة البترول والثروة المعدنية، وناقش المهندس الكيميائي عن طرق استخلاص الذهب والفضة وكمياتها في المملكة وأهم مواقع تعدينها، ثم اكتب تقريراً عن تلك الزيارة وناقش معلمك وزملاءك عند الحاجة لذلك.

خواص الذهب :

أ- الخواص الفيزيائية :

الذهب فلز أصفر لامع لين، قابل للطرق والسحب وينصهر الذهب عند $1063^{\circ}C$ ودرجة غليانه تساوي $2809^{\circ}C$ وهو موصل جيد للحرارة والكهرباء.



ب- الخواص الكيميائية :

يمتاز الذهب بقلة نشاطه الكيميائي، فهو لا يتأثر بالهواء ولا بالأحماض والقواعد والمحاليل الملحية ماعدا الماء الملكي الذي يذيب ملك الفلزات (الذهب)، والماء الملكي مزيج من حمض الكلور وحمض النيتروجين، ويتخذ الذهب أعداد أكسدة (+1) و (+3) في تفاعلاته، ويمكن اختزاله في مركباته بسهولة إلى فلز الذهب.



معلومة إثرائية :

مركبات الذهب :

١- كلوريد الذهب الأحادي (I) AuCl :

هو عبارة عن مسحوق أصفر ويحضر بتسخين كلوريد الذهب الثلاثي $AuCl_3$



وهو عديم الذوبان في الماء ويتحلل عند تسخينه إلى أعلى من 175° م إلى الذهب وغاز الكلور



ويتفاعل مع الماء عند درجة الغليان ليعطي ذهب، وكلوريد الذهب الثلاثي



٢- كلوريد الذهب الثلاثي (III) $AuCl_3$:

هو ملح بني اللون ويحضر بتسخين حمض كلوريد الذهب عند 120° م



ويذوب في الماء والأغوال ويتحلل عند تسخينه إلى 175° م إلى كلوريد الذهب (I) والكلور.

وبتسخين كلوريد الذهب (III) مع هيدروكسيد المغنسيوم ترسب هيدروكسيد الذهب الذي يتحول عند التسخين إلى أكسيد الذهب.





من استخدامات الذهب :

إن الخصائص الفريدة للذهب المتمثلة في ليونته وقابليته للسحب والتشكيل، ومقاومته للتآكل، جعلته مناسباً للكثير من الأغراض فهو يخلط مع فلزات أخرى كالنحاس أو الفضة أو النيكل للحصول على سبائك أكثر متانة، ومع البلاتين يدخل في صنع الألياف الصناعية نظراً لكونها مقاومة جداً لفصل المواد الكيميائية، إن الذهب هو المعدن المفضل في العديد من المجالات فمثلاً :

١- في مجوهرات الزينة:



شكل (٤-١٣) أنواع من الحلبي مصنوعة من الذهب

كثير استخدام الذهب في مجوهرات الزينة فيما يعرف بالذهب الأصفر، ويتم ذلك: خلط الذهب مع النحاس والفضة والخارصين بنسب متفاوتة ينتج عنه عيارات الذهب المتعددة، شكل (٤-١٣)، ويتم قياس درجة نقاوة الذهب بالأجزاء (جزء من الألف) أو بالعيار حسب المقياس الأمريكي، فمثلاً درجة النقاوة ١٠٠٠ تقابل العيار (٢٤)، ودرجة النقاوة ٩١٦ تقابل العيار (٢١)، بينما ٧٥٠ تقابل العيار (١٨)، وعموماً فإن اللون يميل إلى الشحوب كلما تم إنقاص رقم العيار أي نقصت كمية الذهب في السبيكة. أما الذهب الأبيض فهو ذهب مزوج بالقصدير أو البلاديوم من أجل إكسابه اللون الأبيض ويستخدم الذهب الأبيض عادة لأطقم المجوهرات.

٢- في الطب :

- يستخدم في طب الأسنان نظراً لليونته ومقاومته للتآكل في الفم.
- كما يستخدم محلول الذهب في علاج الروماتيزم والتهابات العظام.
- يستخدم الذهب المشع (١٩٨) في علاج بعض أنواع أمراض السرطان - عافانا الله وإياكم منها-.

البحث العلمي :



على الرغم من أن أسماء عناصر العملة باللغة الإنجليزية هي :
النحاس (Copper) - الفضة (Silver) - الذهب (Gold)
إلا أن رموز تلك العناصر على التوالي هي : Au ، Ag ، Cu
بين كيف تم اشتقاق تلك الرموز، وذلك بالرجوع إلى بعض المصادر العلمية الكيميائية المتوفرة لديك ؟



الفصل الرابع: العناصر الانتقالية

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 26 Fe حديد 55.847 | 27 Co كوبالت 58.933 | 28 Ni نيكل 58.69 |
| 44 Ru روثينيوم 101.07 | 45 Rh روديوم 102.906 | 46 Pd بلاديوم 106.42 |
| 76 Os أوزميوم 190.23 | 77 Ir إيريديوم 192.22 | 78 Pt بلاتين 195.08 |

شكل (٤-١٤)

المجموعة الثامنة (٨) :

تحتوي المجموعة (٨ ب) على تسعة عناصر، تصنف عادة إلى مجموعتين :
مجموعة الحديد في الدورة الرابعة ، ومجموعة البلاتين في الدورتين الخامسة
والسادسة، شكل (٤-١٤) .

وتتميز فلزات عائلة البلاتين بخمولها الشديد، لذا تستخدم في صنع الحلي،
ولعمل أدوات مخبريه لا تتآكل . أما فلزات مجموعة الحديد فإنها ذات أهمية
صناعية كبيرة .

سؤال للتفكير

لماذا تتألف المجموعة (٨ ب) من ثلاثة أعمدة رأسية تحتوي على تسعة عناصر.

الحديد Fe (Ferrum) Iron :

وقفة تأمل :

لقد ذكر الله سبحانه وتعالى الحديد في كتابه الكريم فقال جل وعلا ﴿ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴾

الحديد أكثر المعادن ثباتاً وبذلك يحفظ توازن الأرض ، ويتميز بأعلى الخصائص المغناطيسية
وذلك للمحافظة على جاذبية الأرض، وأصل الحديد من مخلفات الشهب والنيازك التي تتساقط
من الفضاء الخارجي على كوكب الأرض، ويعد الحديد من أكثر العناصر استخداماً ويدخل في
العديد من المجالات ويعود ذلك إلى الخواص التي أودعها الله جل جلاله في هذا المعدن ، فهو
معدن صلب ، سهل التشكيل وخاماته متوفرة كما أن تكاليف استخلاصه تعد معقولة إذا ما قورنت
بتكاليف استخلاص غيره من العناصر.

وقد ألهم الله سبحانه نبيه داود عليه السلام كيفية تصنيع الحديد وسبكه فقال تعالى :

﴿ وَالنَّالَةَ الْحَدِيدَ ﴿١٠﴾ أَنْ أَعْمَلَ سَبِغَتْ وَقَدَّرَ فِي السَّرْدِ وَأَعْمَلُوا صِلْحًا إِنِّي بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ ﴿١١﴾ ﴾



معلومة إثرائية :

وجود الحديد في الطبيعة:

يأتي الحديد بعد الألمونيوم من حيث وفرته في الطبيعة إذ يشكل ٥٪ وزناً من القشرة الأرضية، والحديد لا يوجد بشكل حر في الطبيعة نظراً لفعاليته الشديدة تجاه الماء والأكسجين والعناصر الأخرى. وهو يوجد على شكل خامات متنوعة أهمها هي :



شكل (١٥-٤) الهيماتيت

١- الهيماتيت (أكسيد الحديد الثلاثي) Fe_2O_3 :

يوجد الهيماتيت بكميات كبيرة في وادي فاطمة قرب مكة المكرمة وتبلغ نسبة الحديد فيه ٦٥-٧٠٪، شكل (٤-١٥)

٢- الماجنيتيت (أكسيد الحديد المغناطيسي) Fe_3O_4 :

يتميز بأن لونه أسود ويوجد في وادي الدواسر، وتصل نسبة الحديد في هذا الخام إلى ٧٢٪ شكل (٤-١٦)



شكل (٤-١٦) الماجنيتيت

٣- البيريت (كبريتيد الحديد) FeS :

لونه أصفر ذهبي، يوجد في أسبانيا وتصل نسبته إلى ٤٦٪، ويُعد الحديد أهم معدن استخرجه الإنسان حتى الآن فالصناعة الحديثة تعتمد بصورة رئيسة على استعمال الحديد.

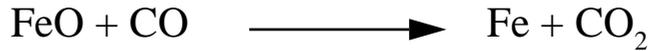
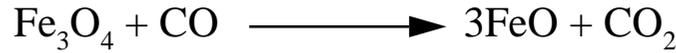
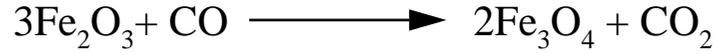
استخلاص الحديد :

يخلط خام الحديد بفحم الكوك والحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) بنسبة معينة ويلقى من الفتحة العليا للفرن .



الفصل الرابع: العناصر الانتقالية

يعتمد مبدأ تحضير الحديد في الصناعة على اختزاله من أكاسيده الذي يحترق متحولاً إلى CO وتتم هذه العملية في الأفران اللافحة (الشكل ٤-١٧) التي تتراوح فيها درجة الحرارة بين (٤٠٠ م إلى ١٨٠٠ م) ويمكن تلخيص التفاعلات المؤدية إلى الحديد انطلاقاً من أكسيده كالاتي :



شكل (٤-١٧)

يكون الحديد الحاصل مباشرة من الفرن خليط من الحديد والكربون الممزوج ببعض العناصر الأخرى كالمنجنيز والفوسفور والكبريت التي لها تأثير كبير على الخواص الفيزيائية والميكانيكية للحديد. ولنسبة الكربون في الحديد أهمية بالغة في الصناعة.



نشاط ميداني :

قم بزيارة لإحدى شركات صناعة الحديد، ودون ملاحظاتك، ثم ناقش مهندس المصنع عن الطرق المتبعة في صناعته ومصادر المواد الخام ثم اكتب تقريراً عن الزيارة.

تعددين الحديد :

الحديد المتداول ثلاثة أنواع وهي : الحديد الصب (ويسمى الحديد الزهر أحياناً) والحديد المطاوع (اللين) والحديد الصلب (الفولاذ)، ويستخلص النوع الأول من الحديد من الخامات المذكورة سابقاً ومنه يمكن تحضير النوعين الآخرين وفيما يلي عرض لأهم خصائص كل منها :

| الحديد الصب (الزهر) | الحديد المطاوع (اللين) | الحديد الصلب (الفولاذ) |
|--|---|--|
| نسبة الكربون من (٣-٥)% | نسبة الكربون من (صفر-٢)% | نسبة الكربون من (٠,٢-١,٧)% |
| صلب جداً، ولكنه سهل الكسر، وغير قابل للطرق والسحب. | لين، ويمكن سحبه وطرقه، متين | متين وصلب، قابل للطرق والسحب لدرجة أقل من الحديد المطاوع . |
| لا يتأثر بالمغناطيس. | تمغنته مؤقتة إذ يزول بزوال المؤثر المغناطيسي. | يتمغنت بصعوبة ويفقد مغنته بصعوبة. |
| ويحتوي على بعض الشوائب مثل الكبريت والفوسفور والمنجنيز . | يحتوي على قليل من الشوائب . | خالٍ من الشوائب ماعدا المنجنيز. |

جدول (٤-٣): مقارنة بين أنواع الحديد من حيث الخواص الفيزيائية

الخواص الكيميائية :

للحديد الزهر واللين والفولاذ صفات كيميائية واحدة :

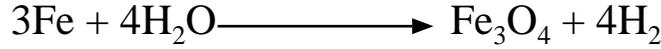
١- تفاعله مع الهواء :

لا يؤثر الهواء الجاف في الحديد في درجة الحرارة العادية ، بينما إذا تركت قطعة من الحديد في جو من الهواء الرطب لمدة طويلة تتشكل طبقة بنية اللون تسمى صدأ الحديد، ويتكون من أكسيد الحديد المائي $(2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O)$ ، وهيدروكسيد الحديد الثلاثي $Fe(OH)_3$ وهذه الطبقة لا تحمي الحديد من استمرار عملية التآكل خلافاً لما يحدث لبعض الفلزات.



٢- تفاعله مع الماء :

إذا مررنا بخار الماء على الحديد المسخن إلى درجة الاحمرار يتكون أكسيد الحديد المغناطيسي



٣- تفاعله مع اللافلزات (مثل الكلور والكبريت) :

يحترق الحديد المسخن في الكلور مكونا كلوريد الحديد الثلاثي FeCl_3

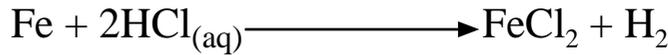


وإذا سخنت برادة الحديد مع الكبريت تكون كبريتيد الحديد الثنائي FeS



٤- تفاعله مع الأحماض :

يتفاعل كل من حمض الكلور وحمض الكبريت المخفف في درجة الحرارة العادية مع برادة الحديد حيث يحل الحديد محل ذرة الهيدروجين كما يتضح من المعادلة :



ذرة الهيدروجين كما يتضح من المعادلة :

٥- تفاعله مع القلويات :

لا تؤثر القواعد في الحديد لذلك تستعمل أوعية الحديد في صهر القلويات فيها أو صبها أو تخزينها .

بعض مركبات الحديد :

للحديد نوعان من المركبات :

١- مركبات الحديد الثنائي:

غالباً ما تكون خضراء اللون وهي غير ثابتة وتتأكسد بسرعة في الهواء أو عند تعرضها لمواد مؤكسدة،

ومن الأمثلة على هذا النوع من المركبات :

أكسيد الحديد الثنائي FeO وكبريتات الحديد الثنائي FeSO_4 وكلوريد الحديد الثنائي FeCl_2

وهيدروكسيد الحديد الثنائي $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

٢- مركبات الحديد الثلاثي :

غالباً ما تكون صفراء أو حمراء ويمكن اختزالها فتنحول إلى أملاح الحديد الثنائي ومن الأمثلة عليها :

أكسيد الحديد الثلاثي Fe_2O_3 وكلوريد الحديد الثلاثي FeCl_3 وكبريتات الحديد الثلاثي $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.



نشاط عملي ٤-٥

الكشف عن الحديد في أملاحه



الخطوات

- ١- رقم أنابيب الاختبار بالأرقام (١)، (٢)، (٣)، (٤)
- ٢- ضع في الأنبوبين رقم (١)، (٣) ٢ مل من محلول كبريتات الحديد الثنائي وفي الأنبوبين رقم (٢)، (٤) ٢ مل من محلول كلوريد الحديد الثلاثي .
- ٣- أضف ١ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الأنبوبين (١)، (٢). ماذا تلاحظ؟
- ٤- أضف إلى الأنبوبين (٣)، (٤) قطرات من محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم ، ماذا تلاحظ؟

المواد والأدوات

- أنابيب اختبار.
- ماسك أنابيب
- محلول كبريتات الحديد الثنائي
- محلول كلوريد الحديد الثلاثي.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم.
- محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم.

البحث العلمي :



يدخل الحديد في تركيب هيموجلوبين الدم الذي ينقل الأكسجين إلى خلايا جسمك ويخلصها من ثاني أكسيد الكربون. ويعاني الكثيرون في مجتمعنا من مرض فقر الدم وخاصة النساء بسبب نقص الحديد في أجسامهم.

اكتب مقالة علمية عن أهمية الحديد بالنسبة لصحة الإنسان وآثار نقصه على صحة جسمه. على أن تتضمن مايلي :

- ١- المصادر الغذائية النباتية والحيوانية للحديد .
- ٢- النسبة الطبيعية للهيموجلوبين في جسم الإنسان البالغ.
- ٣- أسباب انتشار مرض فقر الدم لدى النساء.
- ٤- أثر الإفراط في تناول الأغذية والأدوية الغنية بالحديد.



من استخدامات الحديد :



شكل (١٨-٤)

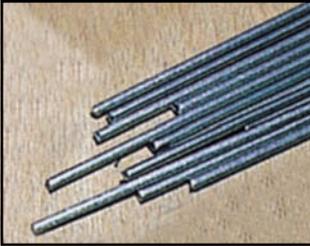
لقد أدرك المسؤولون في بلادنا أهمية الحديد في دعم الصناعة الوطنية والتنمية في جميع مجالاتها، فشجعوا إنشاء المصانع لتفي بالاحتياجات المتزايدة من هذه المادة ومن أبرز استخدامات الحديد ما يلي :

١- استخدامات الحديد الصلب (الحديد الزهر) :

يستخدم في صناعة الأدوات التي لا تتعرض للصدمات مثل : أنابيب المياه وأنابيب الغاز (شكل ٤-١٨).

٢- استخدامات الحديد المطاوع (الحديد اللين) :

ويستخدم في صنع المغناطيسات الكهربائية المؤقتة المستخدمة في الأجهزة الكهربائية، كما يستخدم في قضبان التسليح المستخدمة في البناء (شكل ٤-١٩).



شكل (١٩-٤)

٣- استخدامات الحديد الصلب (الفولاذ) :

يستخدم في صناعة السفن وقضبان سكك الحديد والجسور (شكل ٤-٢٠).

ومن استخدامات سبائك الصلب ما يلي :

أ - صلب النيكل (المتكون من الحديد الصلب والنيكل) يجعل السبيكة

تقاوم تآكل الصدأ مما يزيد من صلابتها ومتانتها وتستخدم في صناعة السيارات .



شكل (٢٠-٤)

ب - صلب الكروم (المتكون من الحديد الصلب والكروم)؛ مما يجعل

السبيكة أكثر صلابة وتستخدم في صناعة كرة من الحديد التي تسهل حركة محاور المحركات والتي يطلق عليها (رمان بلي)، شكل (٤-٢١).



شكل (٢١-٤)



أسئلة وتمارين

(٤-١) ما المقصود بالعناصر الانتقالية؟ وما التوزيع الإلكتروني العام لها؟

(٤-٢) اذكر أهم الخواص العامة للعناصر الانتقالية.

(٤-٣) أجب بعلامة (✓) أو خطأ (x) أمام العبارات التالية مع تصحيح الخطأ إن وجد:

- أ- يطلق على عناصر المجموعة (٢ب) اسم: فلزات العملة . ()
 ب- يستخدم الذهب مع الفضة في صناعة الألياف الصناعية . ()
 ج- يتأثر حديد الصب بالمغناطيس . ()
 د- يستخدم الحديد الصلب المسبوك مع النيكل في صنع رمان بلي . ()

(٤-٤) اذكر استعمالاً واحداً لكل من :

أ- نترات الفضة . ب- النحاس الأصفر . ج- سبائك البرونز مع الرصاص . د- الحديد الفولاذ.

(٤-٥) علل ما يلي :

- أ- يملأ المجال الفرعي (4s) بالإلكترونات قبل ملء المجال الفرعي 3d.
 ب- عند تأين أي من العناصر الانتقالية، يفصل إلكترون من المجال 4s وليس من المجال 3d.
 ج- يُعد كبريتات النحاس من أهم أملاح النحاس.
 د- لا يتأثر الذهب بالحموض والقواعد .
 هـ- يطلى الحديد بالمعادن الأخرى .

(٤-٦) كيف يمكن الكشف عن الأيونات التالية في المختبر:

أ) Cu^{++} (ب) Ag^{+} (ج) Fe^{++} (د) Fe^{+++}

(٤-٧) عبّر عن الآتي بمعادلات كيميائية موزونة :

- أ- أثر الحرارة على نترات النحاس الثنائي . ب- أثر حمض النيتروجين على الفضة .
 ج- استخلاص الحديد . د- تفاعل بخار الماء مع الحديد الساخن .

أهداف الفصل

- خلال دراستك لهذا الفصل يتوقع أن تكون قادراً على أن :
- ١- تستشعر عظمة الله سبحانه وتعالى في خلق الكون وتحقيق التوازن بين مكوناته.
 - ٢- تتعرف على مكونات الهواء الجاف .
 - ٣- توضح طرق تحضير غاز الأوكسجين في الصناعة والمختبر وأهم خصائصه.
 - ٤- توضح طرق تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في الصناعة وفي المختبر وأهم خصائصه.
 - ٥- تتعرف على الغازات النادرة وأهم استخداماتها.
 - ٦- تتعرف على دورة بعض غازات الهواء في الطبيعة.
 - ٧- تذكر ملوثات الهواء وأهم مصادرها.
 - ٨- تبين أسباب بعض الظواهر البيئية (الاحتباس الحراري، الأمطار الحمضية، الضباب الدخاني).
 - ٩- تقترح حلولاً لمشكلات تلوث الهواء.

كيمياء الهواء





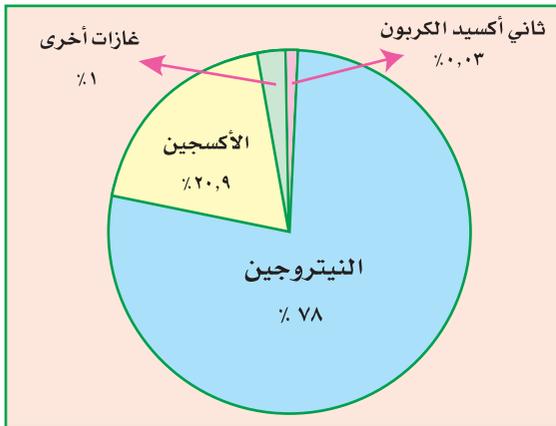
مقدمة:

خلق الله الهواء في الكون دعامة مهمة من دعائم الحياة، فلو لم يخلق الله الهواء لما كانت هناك حياة على الصورة التي نعرفها، ولما تحركت الرياح ولا هطلت الأمطار ولا نشأ الضباب، ولبدت السماء سوداء في النهار، لأن زرقتها ناتجة عن انكسار أشعة الشمس عند اختراقها طبقة الهواء المحيطة بالكرة الأرضية. ولما أمكن سماع الأصوات لأن الهواء وسط ملائم لانتقال موجات الصوت، وكان الجو حاراً لدرجة حارقة في النهار قارساً في الليل، لدرجة لا تتحملها طبيعة الإنسان؛ ذلك لأن الهواء يعزل سطح الأرض ويوزع الحرارة.

والهواء مظلة تقي سطح الأرض من تساقط الشهب والنيازك، إذ أن احتكاكها بالهواء يجعلها تحترق كلياً أو جزئياً، والتي لم يكتمل احتراقها يقلل الهواء من سرعتها إلى درجة كبيرة، بحيث تصل سطح الأرض بسرعة بطيئة تجعلها لا تكاد تؤثر إلا في منطقة سقوطها. كما أن الهواء يقي الأرض من الأشعة الكونية وفوق البنفسجية الضارة بالإنسان.

مكونات الهواء الجاف عند سطح البحر:

يتكون الهواء الجوي من خليط من الغازات يمكن تمثيلها في الجدول (١-٥) والشكل (١-٥):



شكل (١-٥)

| الغاز | النسبة المئوية الحجمية |
|--------------------|------------------------|
| النيتروجين | 78, 084% |
| الأكسجين | 20, 9% |
| الأرجون | 0, 934% |
| ثاني أكسيد الكربون | 0, 0314% |
| غازات أخرى | 0, 003% |

جدول (١-٥)

وقد استثنينا من هذه النسب بخار الماء الذي يوجد في الهواء الجوي بنسب مختلفة حسب الموقع الجغرافي.



الفصل الخامس : كيمياء الهواء

وقفة تأمل :

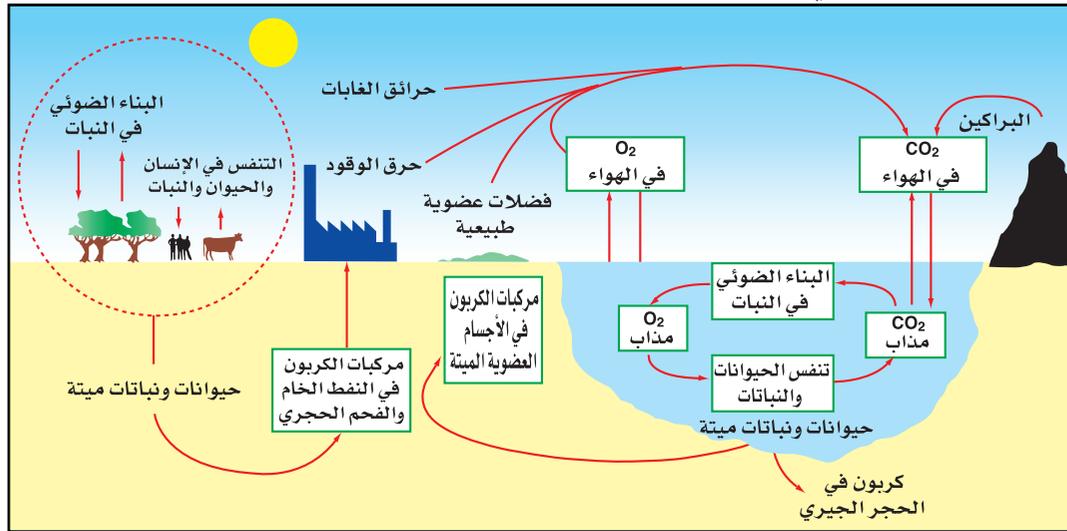
الحسابات الكيميائية تبين أنه لو ارتفعت نسبة الأكسجين من ٢١٪ إلى ٢٢٪ فقط فإنه لا يمكن عندئذ السيطرة على الحرائق متى بدأت بالاشتعال وصدق الله العظيم الذي يقول ﴿وَكُلُّ شَيْءٍ عِنْدَهُ بِمِقْدَارٍ﴾ (الرعد الآية ٨).

البحث العلمي :

ما الحقائق التي تثبت أن الهواء خليط (مزيج) وليس مركباً؟

الأكسجين O_2

الأكسجين أهم الغازات المكونة للهواء، إذ لا غنى عنه لحياة الإنسان والمخلوقات الحية، وبالرغم من أن أكسجين الهواء يستهلك في عمليات التنفس والاحتراق إلا أن ما ينطلق منه في عملية البناء الضوئي في النباتات منه يبقى نسبته ثابتة في الجو كما يظهر من الشكل (٥-٢).



شكل (٥-٢) دورة الأكسجين في الطبيعة

يوجد الأكسجين في الهواء على صورتين؛ إحداهما الأكسجين العادي الذي يتكون من ذرتي أكسجين؛ أي أن صيغته الجزيئية هي: O_2 ، والصورة الأخرى هي الأوزون الذي يتكون جزيئه من ثلاث ذرات أكسجين O_3 .



معلومة إثرائية :

للأكسجين ثلاثة نظائر هي ^{18}O ، ^{17}O ، ^{16}O



شكل (٥-٣)

أحد مصانع استخلاص أكسجين الهواء الجوي المسال

تحضير غاز الأكسجين في الصناعة :

يحضر غاز الأكسجين صناعياً بالتقطير التجزيئي للهواء المسال، إذ تبلغ درجة غليان الأكسجين (-١٨٣ م) بينما يغلي النيتروجين عند درجة (-١٩٦ م).

تحضير غاز الأكسجين في المختبر :

يمكن تحضير غاز الأكسجين في المختبر بعدة طرق، قم بإجراء النشاط التالي لاستكشاف إحدى هذه الطرق:

نشاط عملي (٥-١)



الخطوات

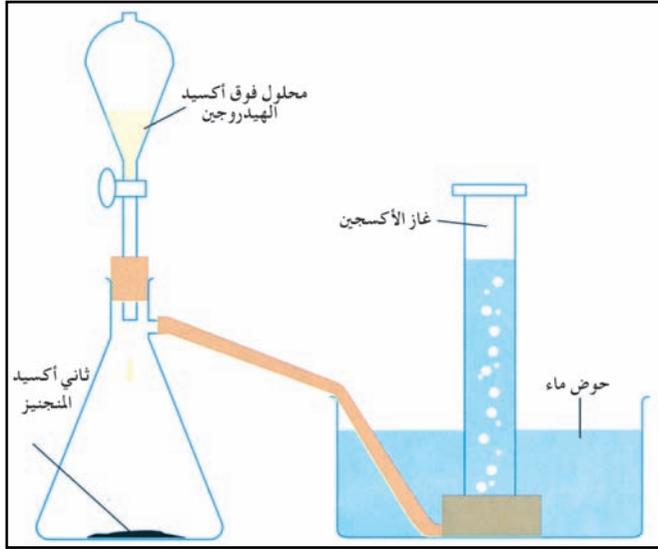
- ١- ركب الجهاز المبين بالشكل (٥-٤).
- ٢- ضع في القمع قليلاً من فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 ، ضع في الدورق المخروطي قليلاً من بلورات ثاني أكسيد المنجنيز MnO_2 ماذا تلاحظ؟
- ٤- افتح محبس القمع قليلاً، ماذا تلاحظ؟
- ٥- اجمع مخبارين بالغاز فوق سطح الماء وغطهما بأغظيتهما الخاصة، مالون الغاز؟
- ٦- أدخل شريطاً مشتعلاً من المغنيسيوم في مخبار مملوء بالأكسجين، ماذا تلاحظ؟

المواد والأدوات

قمع فصل بمحس، أنبوبة توصيل وسدادة مثقوبة، مخابير جمع غازات مع أغظيتها، حوض به ماء، قعب خزفي، دورق مخروطي بفتحة جانبية، أعواد ثقاب، ثاني أكسيد المنجنيز، شريط مغنيسيوم، فوق أكسيد الهيدروجين.

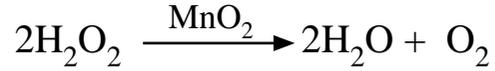


الفصل الخامس : كيمياء الهواء

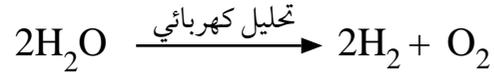


شكل (٥-٤)

إن ما حدث هو تحضير غاز الأكسجين الذي يزيد توهج اللهب، ويمكن توضيح التفاعل المعادلة الكيميائية التالية:



وهناك طرق أخرى لتحضير غاز الأكسجين في المختبر منها ما سبق دراسته في الصف الأول ثانوي في عملية التحليل الكهربائي للماء كما في المعادلة التالية :



ومن الطرق الشائعة في تحضير غاز الأكسجين أيضاً التحلل الحراري لأكسيد الزئبق الثنائي (II)، التحلل الحراري لكlorates البوتاسيوم باستخدام عامل مساعد (ثاني أكسيد المنجنيز).

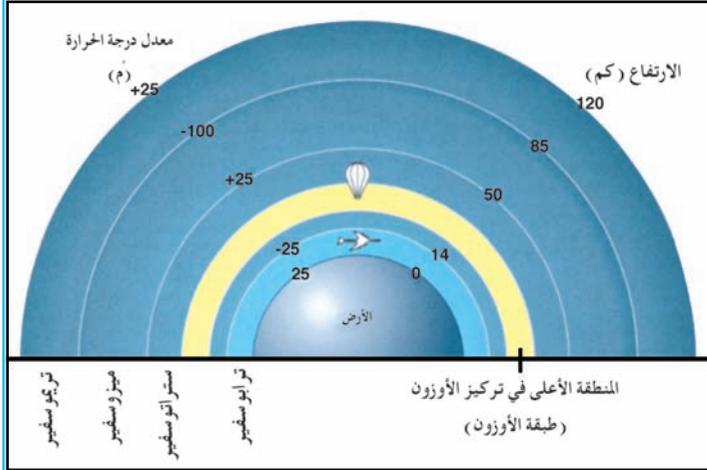
تدريب (٥-١) :

اكتب معادلة موزونة لتحضير غاز الأكسجين في المختبر بالتحليل الحراري لأكسيد الزئبق الثنائي (II)



معلومة إثرائية :

يقال إن العالم شيل (Scheel) أول من قام بتحضير غاز الأكسجين بتسخين نترات البوتاسيوم في وجود ثاني أكسيد المنجنيز، وفي عام ١٧٩٤ م نجح بريستلي (priestley) بتحضيره بتسخين أكسيد الزئبق (II) ولكن لافوازييه (Lavoisier) هو أول من أطلق عليه اسم الأكسجين وأثبت ضرورة وجوده حتى تتم عملية الاحتراق.



شكل (٥-٥)

غاز الأوزون : O_3

الأوزون أحد الصور التي يوجد عليها الأكسجين النقي في الطبيعة ، وهو عبارة عن جزيء ثلاثي الذرات صيغته الجزيئية : O_3

الأوزون في طبقات الجو العليا :

غاز الأوزون هو المكون الأكبر لإحدى طبقات الجو المكونة لطبقة : ستراتوسفير التي تلي الغلاف الجوي المناخي القريب من

الأرض ، ولذا يطلق عليها : طبقة الأوزون، شكل (٥-٥) .

لقد جعل الله سبحانه تلك الطبقة ؛ (طبقة الأوزون) غطاءً جويًا واقياً للأرض من الجزء الضار من الأشعة الشمسية ، حيث تحجز الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet) المنبعثة من الشمس لئلا تصل إلى الأرض ، لأن تلك الأشعة قد تسبب في حدوث أنواع من سرطان الجلد إذا ما تعرض لها الإنسان بكميات غير طبيعية .

وبفعل بعض نشاطات الإنسان فقد تعرضت طبقة الأوزون لبعض التآكل وظهر ذلك فوق القطب المتجمد الجنوبي ، وبدت آثاره واضحة على سكان الدول الواقعة في المناطق القريبة منه ، ومن الأدلة على ذلك انتشار مرض سرطان الجلد في أستراليا نتيجة التعرض المستمر للحمامات الشمسية التي يمارسها السكان هناك .

وتشير الدراسات إلى أن زيادة معدل تآكل طبقة الأوزون بمقدار ٥٪ سيؤدي إلى إضافة مليون مصاب بالسرطان إلى المصابين حالياً في العالم .



الأوزون في هوائنا :

على الرغم من الأهمية الكبرى لغاز الأوزون حينما يكون في الطبقات العليا للجو ؛ إلا أنه قد يكون مصدر تلوث للهواء المحيط بالأرض (الهواء الذي نستنشقه) ، حيث يتسبب في أضرار كبيرة للنبات ، وللأجزاء الحساسة من جسم الإنسان (العيون والرئتين) ، إضافة إلى إحداث أضرار كبيرة على واجهات المباني ودهاناتها، وغالباً ما تسبب أكاسيد النيتروجين المنبعثة من بعض المصانع في تحويل الأوكسجين إلى الأوزون مسببةً تلوث الهواء به.



شكل (٥-٦)

من استخدامات غاز الأوزون :

يتميز الأوزون بقدرته على قتل الميكروبات لذا فقد تم استخدامه حديثاً في تنقية المياه المعبأة بدلاً عن غاز الكلور الذي كان يستخدم في التقنيات القديمة؛ حيث يمرر الغاز في الماء المحلى قبل تعبئته في العبوات البلاستيكية؛ شكل (٥-٦) ، ولا يسمح للأوزون بالبقاء في داخل العبوة المائية لئلا يتسبب في أضرار بالإنسان الذي يتناوله بل يتم تبخيره قبل التعبئة مباشرة .

النيتروجين N_2 :

النيتروجين غاز خامل نسبياً من الناحية الكيميائية ؛ إذ يحتاج إلى درجات حرارة عالية ليتفاعل بسبب قوة الترابط بين ذراته في الجزيء الواحد .

وقد مر بك قريباً أن غاز النيتروجين يشغل نحو ٧٨٪ من حجم الهواء الجوي ، ويتنشر بين جزيئات غاز الأوكسجين مما يجعل تركيز غاز الأوكسجين مُخَفَّفاً في الهواء الجوي .
وستدرس المزيد عن هذا الغاز في الصف الثالث الثانوي - إن شاء الله - .



سؤال للتفكير

ما الحكمة من كون نسبة النيتروجين عالية في الهواء الجوي وخامل نسبياً؟



ثاني أكسيد الكربون CO_2 :

يمثل هذا الغاز نسبة ضئيلة من الهواء الجوي قدرها ٠,٠٣ ٪. كما يمثل جزءاً مهماً في التوازن البيئي لنظام الحياة على ظهر الكرة الأرضية.

خواصه :

في الظروف العادية يوجد ثاني أكسيد الكربون في حالة غازية إلا أنه ينتقل إلى حالة الصلابة دون المرور بالحالة السائلة عند خفض درجة الحرارة إلى $-79^{\circ}C$ ، وهو غاز لا لون له ولا رائحة ولا طعم، كما أن كثافته مرتفعة مقارنة ببخار الماء وغاز الأوكسجين.

تحضيره :

أ- في الصناعة :

يحضر في الصناعة بحرق الكيروسين حرقاً كاملاً في أفران خاصة كما في الشكل (٥-٧) حيث ينتج بخار الماء وغاز CO_2 وبإمرار المزيج فوق سطح بارد يتكثف الماء ويتبقى غاز ثاني أكسيد الكربون.



شكل (٥-٧) فرن الحرق لإنتاج ثاني أكسيد الكربون



ب- في المختبر :

قم بالنشاط التالي لاستكشاف طريقة تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في المختبر :

نشاط عملي (٢-٥)

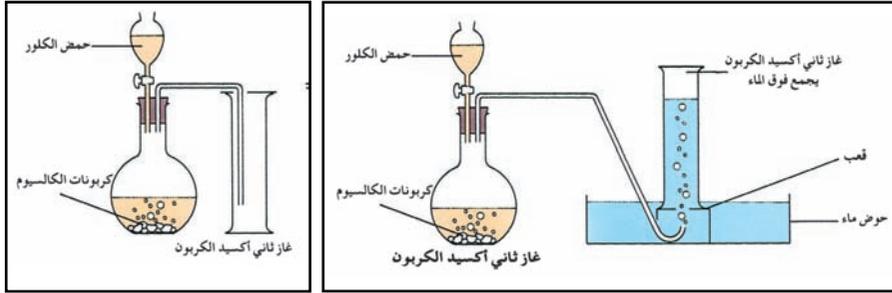


الخطوات

- ١- ضع كمية من حمض الكلور المركز في قمع الفصل.
- ٢- ضع بلورات من كربونات الكالسيوم في دورق مخروطي.
- ٣- ركب الجهاز كاليمين بالشكل (٥-٨)
- ٤- افتح محبس القمع تدريجياً وراقب ما يحدث، ماذا تلاحظ؟
- ٥- اجمع كمية من الغاز في مخبر مدرج وغطه بالغطاء الخاص به، ما لون الغاز الناتج؟
- ٦- مرر كمية من الغاز في ماء الجير (هيدروكسيد الكالسيوم)، ماذا تلاحظ؟

المواد والأدوات

قمع فصل، دورق مخروطي بفتحة جانبية، أنبوب توصيل مطاطي، قعب خزفي، سداة بفتحة، حوض ماء، مخبر لجمع الغاز، حمض الكلور المركز، بلورات كربونات الكالسيوم، ماء الجير



شكل (٥-٨) جهازان لتحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في المختبر بطريقتين

إن الغاز الذي أنتجته في النشاط (٢-٥) هو غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير.

تدريب (٢-٥) :

اكتب معادلة تحضير غاز CO_2 في المختبر، ثم اكتب معادلة تفاعله مع ماء الجير.



الثلج الجاف :

يطلق اسم الثلج الجاف على ذلك الجليد المتكون عند خفض درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون إلى درجة (-79 م) وسبب تسميته يرجع إلى كونه يشبه الجليد المائي إلا أنه لم يتكون من الماء، وهو مهم في العديد من الاستخدامات منها :

- حفظ الدم والأدوية التي تحتاج إلى درجة حرارية منخفضة جداً عند نقلها من مكان لآخر.
- تبريد الأغذية المغلفة التي ربما تتعفن عند تبريدها في الثلج الرطب (الثلج المائي).
- في تبريد الأغذية في الطائرات حيث يجمدها ويقضي على البكتيريا والفيروسات.
- في حفظ الأسماك والمحافظة على برودة الأيس كريم والمثلوجات.



شكل (٥-١٠) استخدام الثلج الجاف في تبريد الأطعمة وحفظها



شكل (٥-٩) الثلج الجاف



البحث العلمي

تضخ مداخن المصانع كميات من غاز ثاني أكسيد الكربون بصورة تهدد بيئتنا بيئة الحياة، إلا أن النبات يمثل عامل توازن يساهم في استهلاك الزيادة المحدودة فيه، حتى أطلق عليها شعار التالي :

الشجرة أفضل أصدقائنا

اكتب مقالاً علمياً عن أثر النبات وإكثاره في حماية بيئتنا والمحافظة على التوازن فيها.



الفصل الخامس : كيمياء الهواء

الغازات النادرة (النبيلة) :

| |
|------------------|
| أ٨ |
| 2 |
| He |
| هيليوم 4.003 |
| 10 |
| Ne |
| نيون 20.180 |
| 18 |
| Ar |
| ارجون 39.948 |
| 36 |
| Kr |
| كريبتون 83.80 |
| 54 |
| Xe |
| زينون 131.29 |
| 86 |
| Rn |
| رادون (222) |

تشكل عناصر الهيليوم ، النيون ، الأرجون ، الكريبتون ، الزينون ، والرادون المجموعة (أ٨) في الجدول الدوري؛ وجميع هذه العناصر غازية في درجة الحرارة العادية، أحادية الذرات ، مجالاتها الخارجية (مجالات التكافؤ) مملوءة تماماً بالإلكترونات .

وقديماً كان يطلق عليها اسم الغازات الخاملة ولكن قل استخدام هذه التسمية عندما وجد أن لها بعض التفاعلات الكيميائية، وأصبحت تسمى : الغازات النادرة نظراً لندرة وجودها في الطبيعة .

توجد هذه الغازات في الهواء الجوي بنسب مختلفة (ما عدا غاز الرادون فهو عنصر مشع). ويحوي الهواء الجوي عند سطح البحر كميات من الغازات النادرة بالنسب المبينة في الجدول (١-٥) السابق . كما أن المصدر الرئيسي للهيليوم هو الغاز الطبيعي الذي يستخرج من الأرض، إذ يحوي نحو ٨٪ من كتلته هيليوم .

الكيمياء في حياتنا



من استخدامات غاز الهيليوم :

- ١- يستخدم في ملء المناطيد المستخدمة في الطيران الاستكشافي والرياضي وفي بالونات الأطفال حيث يسهل ارتفاعها بسبب انخفاض كثافته مقارنة بالهواء .
- ٢- عمليات لحام المغنيسيوم والألمنيوم والتيتانيوم والفولاذ ممزوجاً مع الأرجون .
- ٣- تبريد المفاعلات النووية، نظراً لأنه لا يتأثر بالإشعاعات الذرية .
- ٤- معالجة مرض الأزمة الصدرية وذلك بمزجه مع الأكسجين لقدرة المزيغ على التسرب من خلال أنسجة الرئة بشكل أسرع من تسرب الهواء العادي ، كما يستعمل نفس المزيغ هواءً للتنفس في أثناء الغوص في أعماق البحار لأن النيتروجين في الهواء العادي أكثر ذوباناً من الهيليوم ويؤدي هذا إلى تكون فقاعات هواء في الدم عند انخفاض الضغط بعد الظهور على سطح الماء .



شكل (١١-٥) غاز الهيليوم يملأ البالونات



شكل (١٢-٥) غاز الهيليوم في اسطوانات الغوص



شكل (٥-١٣)

- ٥- صناعة مقاييس الحرارة التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة جدا.
- من استخدامات النيون :
 - ١- يستخدم في لوحات الإعلانات والمحلات التجارية شكل (٥-١٣).
 - ٢- يستخدم كمثبت للجهد في بعض الأجهزة الكهربائية .
 - من استخدامات الأرجون :
 - ١- يستخدم مع الهيليوم في عمليات لحام المغنيسيوم والألومنيوم والتيتانيوم والفولاذ .
 - ٢- يستخدم في صنع المصابيح الكهربائية، وبعض مصابيح الفلورسنت.
 - من استخدامات الكريبتون :
 - يستخدم الكريبتون في صنع بعض المصابيح الخاصة مثل مصابيح عمال المناجم.
 - من استخدامات الزينون:
 - يستخدم في صنع الأنابيب الإلكترونية المستعملة في التصوير السريع وحديثاً أكثر استخدامه في صنع المصابيح الأمامية للسيارات .

تلوث الهواء :



على الرغم مما عددنا من فوائد كثيرة للهواء فإن وجوده ملوثاً يشكل مصدر إزعاج للإنسان في كثير من الأحيان. يحدث تلوث الهواء من مصادر مختلفة بعضها طبيعية؛ مثل: الزلازل والبراكين، وبعضها من الأنشطة المختلفة للإنسان الذي يتسبب بإنتاج الجزء الأكبر من ملوثات الهواء من خلال عدد من المصادر منها:



شكل (٥-١٤) عادم السيارات من أكثر ملوثات الهواء

- النفايات .
- المخلفات الصناعية والزراعية والطبية .
- مخلفات النفط ومشتقاته .
- المبيدات الحشرية .
- النفايات المشعة .
- مخلفات المصانع .
- عوادم السيارات .



ملوثات الهواء ومصادرها :

يمكن تصنيف المواد الملوثة للهواء إلى نوعين أساسيين :

أولاً : الملوثات الأولية :

وهي تلك المواد الملوثة التي تنتج من مصدر التلوث مباشرة، ومن أشهرها أكاسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والمواد العالقة، وفيما يلي عرض لمصادر تلك الملوثات :

● غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) :

ينطلق هذا الغاز من النبات والإنسان والحيوان بشكل طبيعي ، كما يستهلك النبات نسبة كبيرة منه في عمليات التركيب الضوئي، إلا أن الإنسان حالياً يضخ إلى الهواء ما يعادل خمسة آلاف مليون طن من الغاز سنوياً (٥ بليون طن) ؛ من خلال عمليات حرق الوقود (النفطي والفحم الحجري) وعمليات حرق الغابات.

● غاز أول أكسيد الكربون (CO) :

ينطلق الغاز خلال عمليات حرق الوقود بأنواعه عندما لا يحترق احتراقاً كاملاً ، وينطلق منه سنوياً إلى الهواء ما يعادل ألف مليون طن (بليون طن) ، وتكمن خطورته بأنه غاز خانق يتحد بهيموجلوبين الدم بشكل يفوق قدرة الأكسجين على الاتحاد بالهيموجلوبين مما يتسبب في نقص نسبة الأكسجين الذي يصل إلى خلايا الجسم وأنسجته والإخلال بوظائفها الحيوية .

● غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) :

ينطلق الغاز من حرق الوقود النفطي، كما ينتج خلال عمليات تكرير النفط ، وبعض الصناعات المبنية على المشتقات النفطية، خاصة تلك الحاوية لكميات من الكبريت في تركيبها، ويسهم هذا الغاز في تكوين الأمطار الحمضية كم سبب لاحتراق إن شاء الله، ولهذا الأكسيد آثار خطيرة على صحة الجهاز التنفسي للإنسان .

● أكاسيد النيتروجين :

تنطلق هذه الأكاسيد من حرق الوقود النفطي ، حيث يمتزج النيتروجين مع الأكسجين داخل أماكن حرق الوقود مما يؤدي إلى تأكسده ؛ وتكوين أول أكسيد النيتروجين (NO) وثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) ، كما يتحول أول أكسيد النيتروجين إلى ثاني أكسيد النيتروجين بمجرد اتحاده بالأكسجين الجوي ، ويعد ثاني أكسيد النيتروجين أهم مسببات الأمطار الحمضية كما سيأتي لاحقاً إن شاء الله.



• المواد العالقة :

يعلق بالهواء الجوي بعض العوالق الصلبة والسائلة التي تنتج من مصدرين أحدهما طبيعي تنتجه البراكين والعواصف ، بينما تمثل نشاطات الإنسان المصدر الثاني لتلك الملوثات ، ومن أهم العوالق الملوثة للهواء : الفلزات الناتجة عن احتراق الوقود ، الغبار الصناعي الناتج عن بعض الصناعات كصناعة الأسمت والجبس ، وبعض عمليات التعدين والدخان الذي تضحخه مداخن بعض المصانع .

ثانياً : الملوثات الثانوية :

وهي تلك الملوثات الناتجة من تفاعل الملوثات الأولية مع بعضها أو مع مواد أخرى ، ومن أبرز الأمثلة على هذا النوع من الملوثات ما يلي :

١- التلوث بالأوزون :

يتحول الأوكسجين الجوي إلى غاز الأوزون بفعل تأثير أكاسيد النيتروجين الناتجة كملوثات أولية من بعض عمليات حرق الوقود في وجود الأشعة فوق البنفسجية .

٢- الضباب الدخاني :

تتحد أكاسيد النيتروجين وخاصةً (NO_2) مع بعض المواد العضوية الهيدروكربونية الناتجة عن إحراق الوقود أو الانبعاثات الصناعية فتتكون طبقة من الضباب المكون من الأدخنة المتراكمة في الهواء الجوي .

٣- الأمطار الحمضية :



وهي تلك الأمطار التي تنتج عن إذابة ماء المطر لبعض المواد التي تكسبه الصفة الحمضية ، ويتم ذلك بتفاعل بعض الأكاسيد التي تلوث الهواء الجوي مع الماء أو ذوبانها فيه ؛ لينتج محاليل حمضية تنزل مع المطر لتصل إلى التربة وتهدد النبات والإنسان . وتشكل هذه الظاهرة خطراً بيئياً كبيراً يؤدي إلى تدهور الأحياء الحساسة في البحيرات والأنهار كما تتسبب في موت النباتات بصورة مخيفة؛ شكل (٥-١٥) ، إضافة إلى تأثيره على الواجهات الجبسية والرخامية للمباني .

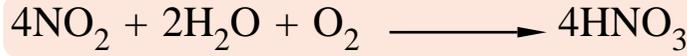
شكل (٥-١٥) : غابات تموت بأكملها بسبب الأمطار الحمضية



الفصل الخامس : كيمياء الهواء

ومن أهم مسببات الأمطار الحمضية ما يلي :

• ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2): الذي يتحد مع الماء ليكون حمض النيتروجين ، كما في المعادلة التالية :



• ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) : الذي يتحد بأكسجين الهواء مكوناً ثالث أكسيد الكبريت الذي

يتفاعل مع الماء مكوناً حمض الكبريت (H_2SO_4)، كما يتضح من المعادلات التالية :



لقد تدهورت الغابات التي تتعرض للأمطار الحمضية وبدأت تتآكل واجهات المباني والمجسمات التذكارية التي صنعت من مواد جيرية (كربونات الكالسيوم) بسبب تفاعلها مع الأحماض المذابة في ماء المطر. ولقد أفاق الناس على ما تسببه الأمطار الحمضية من آثار فبدأت منظمات البيئة تدعو إلى سن الأنظمة والقوانين التي تحد من تفاقم تلك الظاهرة وتأثيراتها.

استكشاف أثر ظاهرة الأمطار الحمضية على النبات

نشاط عملي ٣-٥



الخطوات

- ١- قم بعملية إنبات نبتتين من القمح أو الرشاد أو الزهور (يمكن الحصول على أصيص جاهز به نبتة مكتملة).
- ٢- حضر ١٠ لترات من محلول مخفف من حمض الكبريت ذي التركيز (١٪) بوضع ١٠ مل من الحمض المركز في كل لتر من الماء العادي، وضعه في إناء مناسب (مع توخي الحذر عند إضافة الحمض إلى الماء).
- ٣- رقم النبتتين بالأرقام : (١)، (٢) .
- ٤- قم بسقي النبتة رقم (١) يومياً من محلول الذي تم تحضيره في الخطوة رقم ٢ لعدة أيام، والنبتة رقم (٢) يومياً بالماء العادي لعدة أيام.
- ٦- راقب أي تغيرات تحدث وسجل ملاحظتك، بماذا تفسر تلك الملاحظات؟

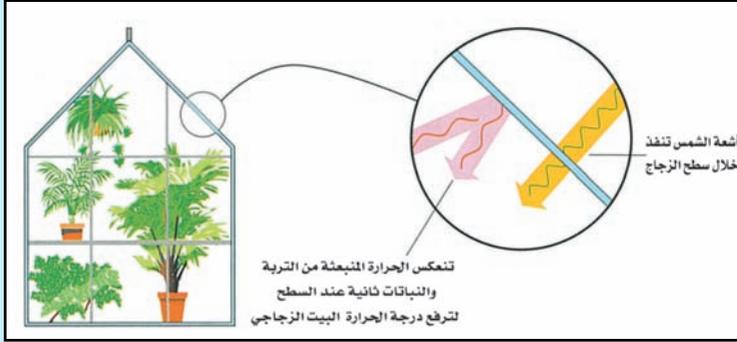
المواد والأدوات

ماء عادي (من الصنبور)،
محلول مركز لحمض
الكبريت، بذور نبات
سريع النمو (قمح أو
رشاد)، أصيص (عدد ٢)،



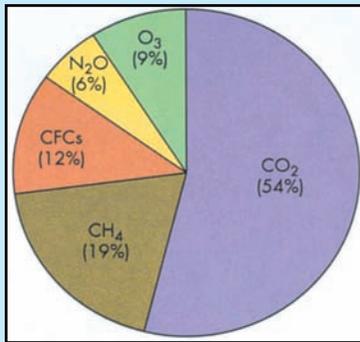
الاحتباس الحراري :

أسفرت بعض ممارسات الإنسان في مجال الصناعة آثار سلبية على البيئة، ومن تلك الآثار ما يعرف بـ : ظاهرة الاحتباس الحراري (الدفينة) . وهي ارتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة احتباس حرارة الأرض وعدم انتشارها في الطبقات العليا للجو . ويعزى السبب إلى تكون حاجز (قبة) تحيط بالأرض تتكون من غازات ثقيلة تعكس حرارة الأرض التي تنبعث منها خلال الليل .



شكل (١٦-٥) انعكاس الحرارة عند القبة الزجاجية للبيوت المحمية

وما يحدث هنا يشبه إلى حد كبير ما يحدث في حالة البيوت الزراعية المحمية التي تحبس الحرارة الداخلية وتعكسها من جديد ، ولذا أصبح يطلق على ظاهرة الاحتباس الحراري اسم: البيوت الزجاجية ، شكل (١٦-٥) .



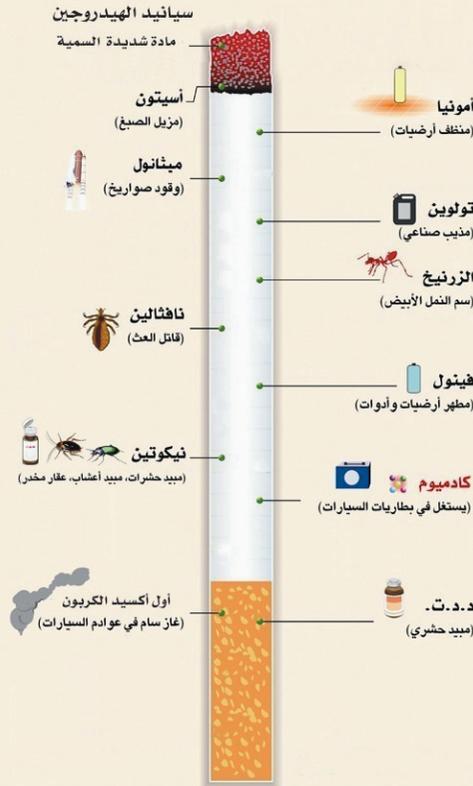
شكل (١٧-٥) الغازات المسببة للاحتباس الحراري

وتعد انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون التي تضرها مداخن المصانع والمركبات إلى الجو أهم مسببات الاحتباس الحراري، شكل (١٧-٥) . لقد أفاق الناس في عالم اكتظت أجواؤه بغازات أسهمت في رفع درجة حرارة الأرض .

ومن أبرز آثار الاحتباس انصهار الجليد في القطبين المتجمدين مما أدى إلى رفع منسوب البحار والمحيطات ، ومن ثم تآكل الشواطئ وتدهورها .



التدخين القاتل البطيء



شكل (١٨-٥)

تعد ظاهرة تدخين السجائر والمواد المشابهة (المعسل، الشيشة، وغيرها) من أخطر المواد الملوثة القريبة من الإنسان، كما أنها من أكثر المواد فتكاً بصحة الإنسان، وتشير إحصائيات منظمة الصحة العالمية إلى أنها المتسبب الأول للوفاة في العالم.

١- حدد أولاً ما إذا كانت الغازات الناتجة عن التدخين ملوثات أولية أم ثانوية ، ولماذا ؟.

٢- تأمل الشكل (٥-١٨) الذي تم نشره في بعض مواقع الإنترنت المعنية بصحة الإنسان، ثم اكتب تقريراً عن ظاهرة التدخين مضمناً إياه ما يلي :

(أ) آثار التدخين على تلوث الهواء.

(ب) إحصائيات حول تعاطي التدخين والإقلاع عنه.

(ج) مخاطر التدخين على صحة الإنسان.

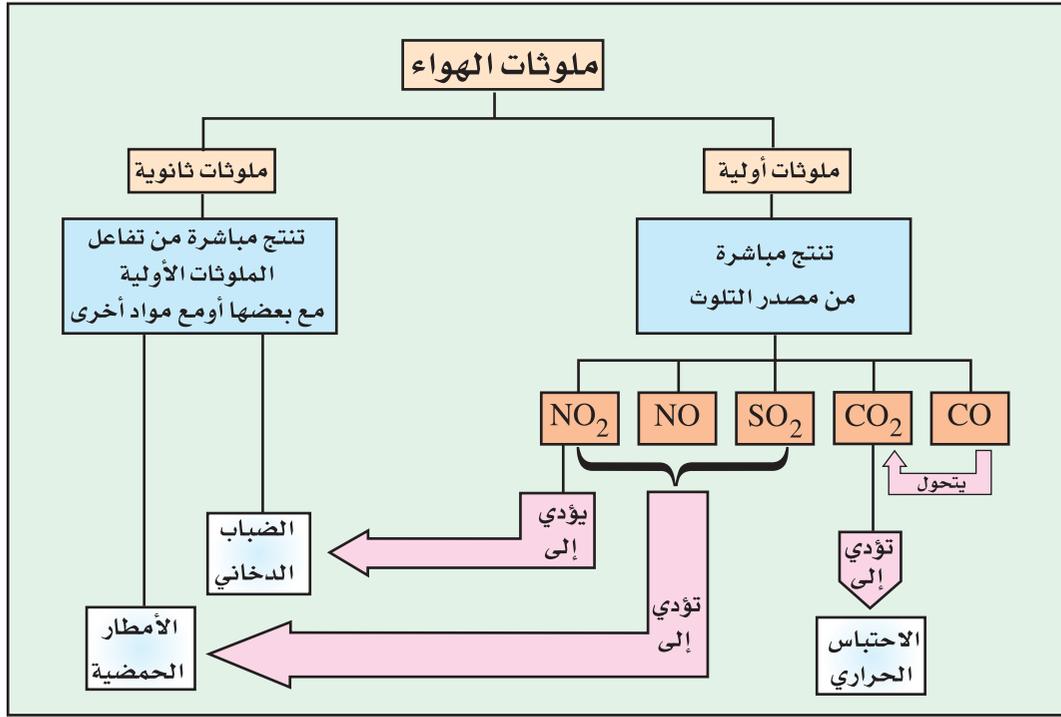
(د) مفهوم التدخين السلبي ومخاطره.

(هـ) مقترحات تقدمها للمدخين تساعد في الإقلاع عنه.

يمكنك الاستفادة من موقع جمعية مكافحة التدخين (www.sas-s.org).



ويمكن توضيح تلك الملوثات وتأثيراتها بالشكل التالي :

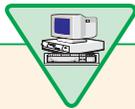


شكل (٥-١٩) ملخص لأهم ملوثات الهواء



سؤال للتفكير

ما الإجراءات التي يمكن أن تقوم بها شخصياً للحد من تلوث الهواء؟



البحث العلمي :

- ١- اكتب مقالاً تعريفياً عن جهود الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة في المحافظة على البيئة.
- ٢- تقوم الهيئة الملكية للجبيل وينبع بدور كبير في تشجيع الصناعة في مدينتي الجبيل وينبع الصناعيتين، كما تسن الأنظمة والقوانين التي تحافظ على البيئة من التلوث. ناقش تلك الأنظمة وآثارها على حماية البيئة.

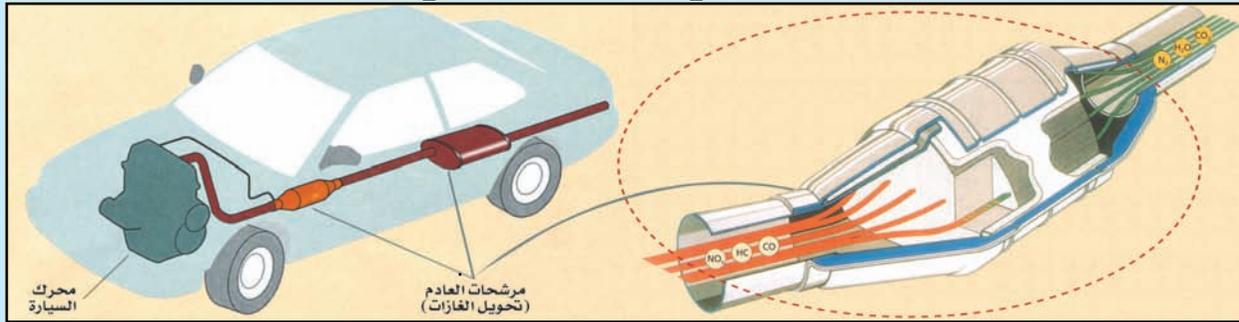
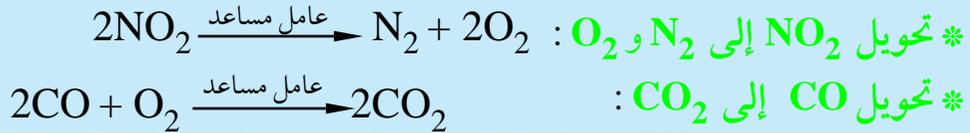


دور الكيمياء في المحافظة على بيئتنا :

لا يخفى على كل منا أن التنمية الصناعية التي حدثت في العالم خلال القرن الماضي وأوائل هذا القرن قد ساهمت كثيراً في تطوير نوعية الحياة التي نعيشها وأصبحنا نتقلب بين أنواع من النعم تستدعي شكر الله عليها، إلا أنه قد صاحب ذلك إنتاج كميات من الملوثات وضخها إلى الهواء الجوي بشكل لفت أنظار علماء الكيمياء وعلماء البيئة، وتساءلوا كيف يمكننا الحد من تلك المشكلات؟

لقد أسهم علماء الكيمياء في توفير حلول لبعض تلك المشكلات ومن ذلك :

١- تطوير أنظمة التخلص من عوادم السيارات بتركيب مواد كيميائية داخل كنداسة السيارة، شكل (٥-٢٠)، والتي تساعد على تحويل بعض الأكاسيد الناتجة من العادم إلى مواد أقل ضرراً على البيئة، كما يلي:



شكل (٥-٢٠)

- ٢- تطوير أجهزة حساسة للملوثات بحيث تعطي إنذاراً يدل على تجاوز درجة التلوث المسموح بها ليتسنى للجهات المسؤولة القيام بالإجراءات اللازمة لمعالجة أي زيادة في انبعاثات تلك المواد الملوثة، شكل (٥-٢١)
- ٣- تطوير أنظمة التحكم في انبعاثات غازات المصانع وتحويلها إلى مواد أقل ضرراً.

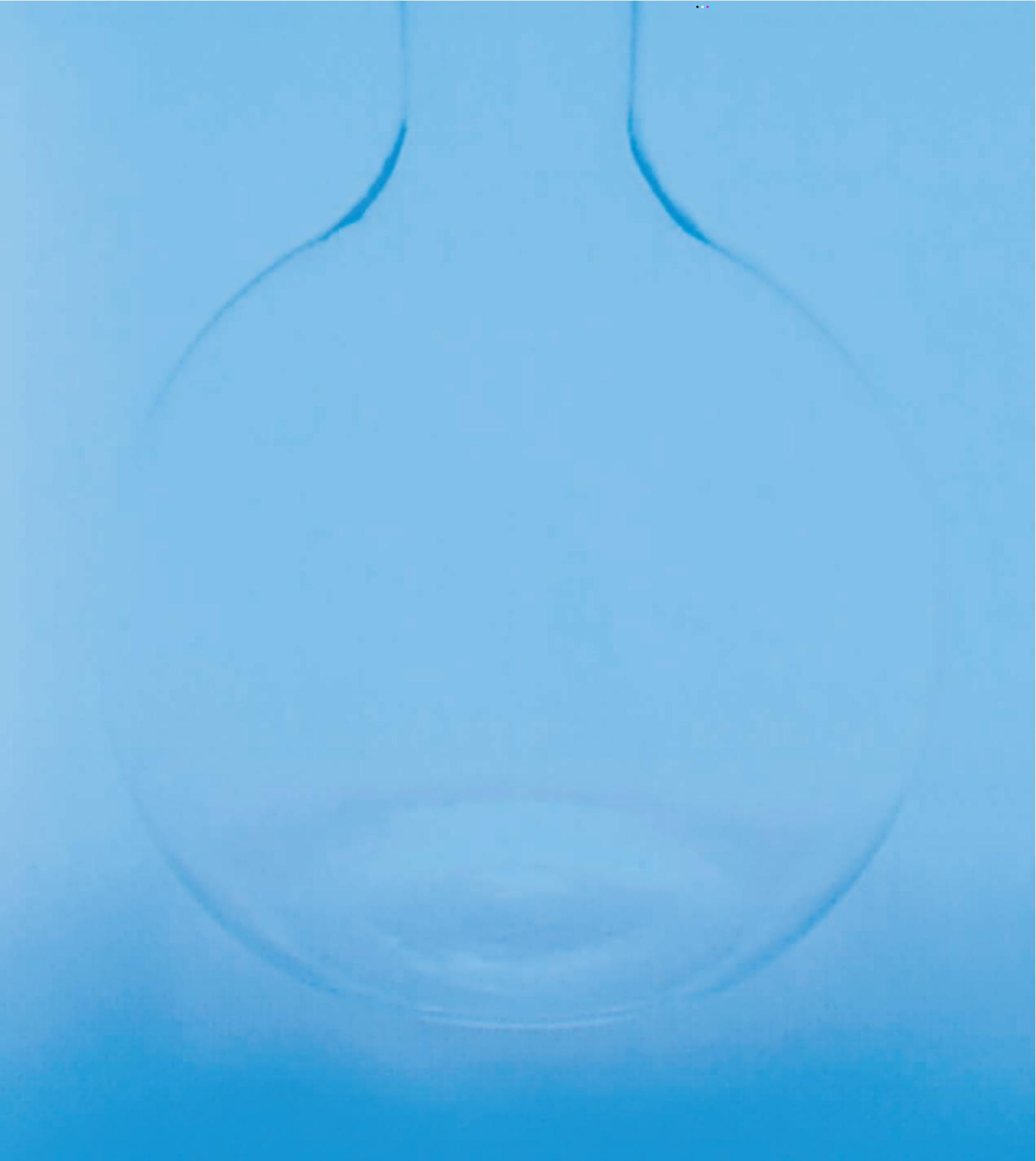


شكل (٥-٢١) كاشف غاز CO



أسئلة وتمارين

- (١-٥) : ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة فيما يلي :
- ١ - مخلوط الغازات المستخدم في أنابيب تنفس غواصي أعماق البحار مكون من :
- أ- نيتروجين وأكسجين . ب- أرجون وأكسجين .
ج- نيون وأكسجين . د- هيليوم وأكسجين .
- ٢ - أي مما يلي لا يمكن اعتباره مصدراً من مصادر الأكسجين :
- أ- تحلل الصخور . ب- عملية البناء الضوئي .
ج- تحلل بخار الماء . د- عملية تنفس الإنسان .
- ٣ - أي مما يلي لا يمكن اعتباره من مصادر تلوث الهواء :
- أ- مداخن المصانع . ب- عوادم السيارات .
ج- الانفجارات البركانية . د- تفتت الصخور .
- ٤ - الغاز الذي يستعمل في صناعة المصابيح الكهربائية من نوع الفلورسنت :
- أ- الهيليوم . ب- الأرجون . ج- الزينون . د- الكريبتون .
- (٢-٥) : ارسم مخططاً لمكونات الهواء تبين فيه نسبها وبعض خصائصها وأهم استخداماتها.
- (٣-٥) : اذكر طريقتين لتحضير غاز الأكسجين في المختبر؛ دعم إجابتك بالمعادلات الكيميائية الموزونة .
- (٤-٥) : علل ما يلي :
- ١- تبدو السماء زرقاء حين تكون صافية .
٢- نسبة الأكسجين في الهواء الجوي ثابتة دائماً .
- (٥-٥) : اشرح طريقة تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في المختبر وفي الصناعة مع رسم جهاز التحضير في المختبر .
- (٦-٥) : بين الخطر الذي ينجم عن تلوث الهواء بالدقائق المعلقة .
- (٧-٥) : عدد أهم مصادر تلوث الهواء .
- (٨-٥) : ما أهم الطرق التي يجب اتباعها للتخفيف أو التخلص من ملوثات الهواء الجوي ؟
- (٩-٥) : اشرح ظاهرة الاحتباس الحراري مبيناً أهم العوامل المسببة لها، وما أبرز آثارها على المخلوقات الحية؛ ثم اقترح طرقاً لمعالجتها والحد منها .



أهداف الفصل

- خلال دراستك لهذا الفصل يتوقع أن تكون قادراً على أن:
- ١- تبين أهمية الماء في الحياة.
 - ٢- تحدد التركيب الكيميائي للماء .
 - ٣- تفسر قطبية جزيء الماء و أثرها على خواصه الفيزيائية.
 - ٤- تبين أهم الخواص الكيميائية للماء.
 - ٥- توضح مصادر الماء في الطبيعة .
 - ٦- تقارن بين أنواع المياه من حيث نسبة الأملاح في كل نوع منها.
 - ٧- تعرف الماء العسر و أنواعه وطرق معالجته.
 - ٨- تشرح طريقتين من طرق تحلية مياه البحر .
 - ٩- تجري بعض القياسات لاستكشاف خصائص المياه في بيئتها الطبيعية.
 - ١٠- توضح أهم مصادر تلوث المياه.
 - ١١- تستنتج أضرار تلوث المياه على البشرية.
 - ١٢- تتعرف الجهود الوطنية المبذولة للمحافظة على المياه وترشيد استخدامها.
 - ١٣- تقترح طرقاً للمحافظة على المياه.
 - ١٤- تقدر نعمة الله بتسخير الماء لخدمة الإنسان.

كيمياء الماء





الماء في الحياة:

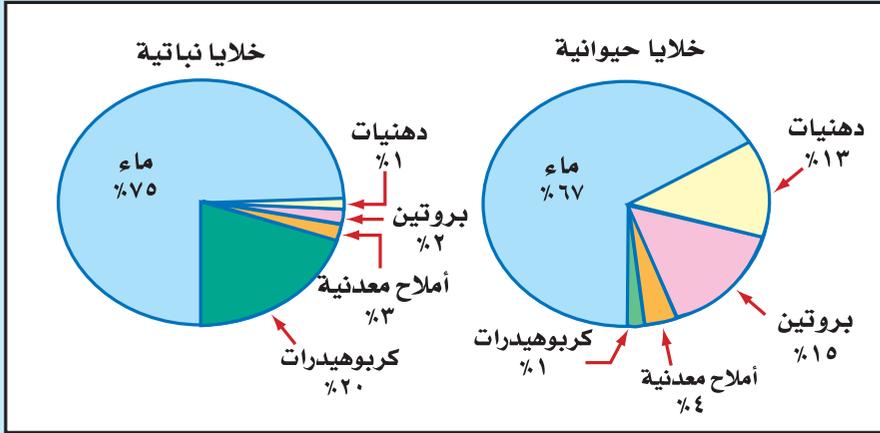
انظر إلى حاجة الأحياء للماء، إنه واحد من أهم العوامل الحيوية الضرورية للإنسان والحيوان والنبات ، ثم تدبر قول الله تعالى :

﴿أُولَئِكَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَن السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيًّا أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٢٠﴾﴾ سورة الأنبياء .

الماء في أجسام المخلوقات الحية :

تأمل في الحقائق التالية لتعرف مدى دخول الماء في تركيب أجسامنا والمواد الحية من حولنا فمثلاً :

- يشكل الماء نحو ٧٥٪ من محتويات الخلية النباتية الحية ، ونحو ٦٧٪ من محتويات الخلية الحيوانية الحية ؛ الشكل (٦ - ١).



الشكل (٦-١) المواد المكونة للخلايا النباتية والخلايا الحيوانية

| المادة الغذائية | النسبة المئوية للماء |
|-----------------|----------------------|
| الحليب | ٧٨٪ |
| البرتقال | ٩٠٪ |
| الخس | ٩٧٪ |
| الطماطم | ٩٢٪ |

جدول (٦-١)

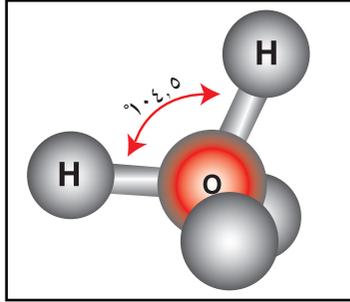
- يشكل الماء نسبة كبيرة من محتوى بعض المواد الغذائية الطبيعية كما يبينه الجدول (٦-١).

- يحتوي جسم جنين الإنسان على حوالي ٩٠٪ من كتلته ماء .
- يحتوي جسم الإنسان البالغ من الماء على حوالي ٦٥-٧٠٪ ، وتقل هذه النسبة كلما تقدم عمر الإنسان .



ومما يدلنا على أهمية الماء في الحياة أنه :

- يعمل على توفير الطاقة الضرورية للإنسان والحيوان .
- يعمل كوسيط ناقل للمواد الضرورية لحياة النبات والحيوان والإنسان وذلك لمقدرته الفائقة على إذابة المواد.
- مادة أساسية في التفاعلات الكيميائية المستخدمة في الصناعة بأنواعها .



الشكل (٢-٦) شكل جزيء الماء

تركيب الماء :

يتكون الماء (H_2O) من عنصري الهيدروجين (٢, ١١٪ وزناً) والأكسجين (٨, ٨٨٪ وزناً)، والماء سائل في درجة الحرارة العادية. وقد رأينا سابقاً أن جزيء الماء زاوي الشكل (الشكل ٦-٢)، وتبلغ الزاوية \hat{HOH} ١٠٤,٥°

وقفظة تأمل :

لقد قدر الله أن تعتمد الحياة على الماء ، تلك المادة الحيوية التي تتكون من عنصرين عجيبيين :

الأول: عنصر الهيدروجين: الذي يتفجر بمجرد تعرضه لدرجة حرارة تكفي لتفجيره ، ويتولد عنه طاقة هائلة تستخدم في كثير من الأغراض .

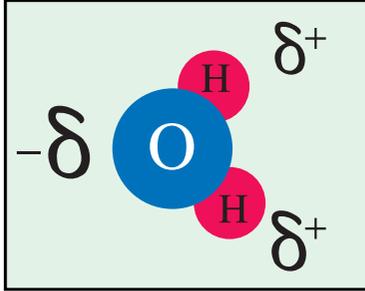
الثاني: عنصر الأكسجين: الذي تشتعل الأشياء عند وجوده، ويندر أن يشتعل جسم ما في جو خال من الأكسجين .

وباتحادهما معاً ينتج مادة عجيبة ، تستخدم في إطفاء الحرائق ، وفي تبريد الأجسام الساخنة ، وفي تلطيف أجواء الصيف الملتهبة ، وهي المادة التي لا يمكن للإنسان أو حيوان أو نبات أن يتذوق طعم الحياة بدونها، إنها الماء فسبحان من قدرته تحول مصدر الخطر إلى مصدر أمن وسلام وحياة. إن القدرة الإلهية التي حولت خاصيتي الانفجار والإحراق للهيدروجين والأكسجين إلى خاصية الماء هي التي ستسلب الماء خاصيته قبيل قيام الساعة وتحوله إلى كتلة ملتهبة، قال تعالى :

﴿وَإِذَا الْبِحَارُ سُجِّرَتْ ﴿٦﴾﴾ سورة التكوير ﴿وَإِذَا الْبِحَارُ فُجِّرَتْ ﴿٣﴾﴾ سورة الانفطار، فسبحان الله القدير على كل شيء.

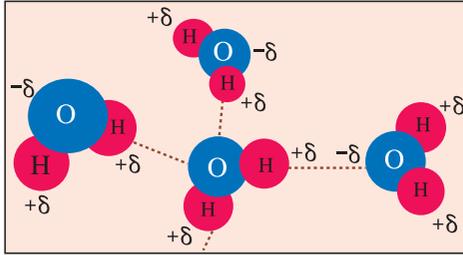


أولاً : الخواص الفيزيائية للماء :



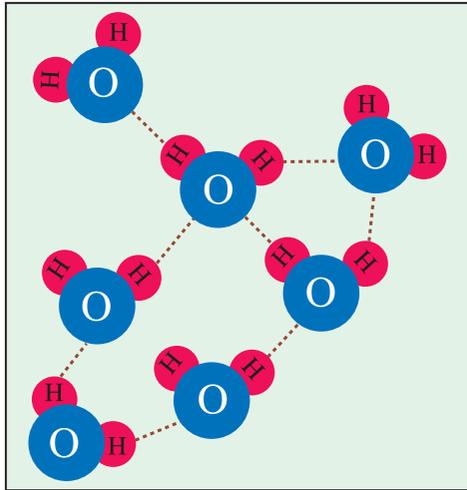
الشكل (٦-٣) : قطبية جزيء الماء

دعنا نتأمل تركيب جزيء الماء، لقد مررنا أن السالبة الكهربائية لذرة الأكسجين مرتفعة بالمقارنة مع ذرة الهيدروجين (السالبة الكهربائية للأكسجين = ٣,٥، وللهدروجين = ٢,١) وأن الرابطة تساهمية قطبية مما يكسب الجزيء صفة قطبية ؛ كما يظهر في شكل (٦ - ٣).



الشكل (٦-٤) : الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء في الحالة السائلة

كما مررنا أيضاً أنه تتكون رابطة هيدروجينية بين جزيئات الماء (شكل ٦-٤)، ويترتب على تلك الخاصية العديد من الخواص الفيزيائية والكيميائية له كما سنرى.



الشكل (٦-٥) : الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء في حالة الثلج

ويبلغ التجاذب بين جزيئات الماء أوجه في حالة الصلابة (الثلج) حيث نجد أن كل ذرة أكسجين محاطة بأربع ذرات من الهيدروجين في شكل هرم رباعي السطوح كما يتضح من الشكل (٦-٥) .

وفيما يلي نستعرض بعض آثار قوى الترابط بين جزيئات الماء على خواصه الفيزيائية.



١- درجة الغليان والانصهار للماء

لنقم بالنشاط التالي لاستكشاف درجتي الغليان والانصهار للماء :

إيجاد درجة الانصهار ودرجة الغليان للماء

نشاط عملي ٦-١



الخطوات

- ١) زن ١٠٠ جم من الثلج وضعها في كأس سعة ٢٥٠ مل .
- ٢) انقل باستخدام مخبر مدرج نحو ٢٥ مل من الماء إلى كأس الثلج.
- ٣) علق ميزان حرارة في مزيج الثلج والماء بحيث ينغمس في الماء ولا يلمس قعر الكأس (يمكن استخدام ماسك خاص لميزان الحرارة) .
- ٤) سخن الكأس ومحتوياته في حمام مائي وحرك المزيج باستمرار دون أن تصدم ميزان الحرارة فتكسره .
- ٥) راقب ما يحدث وسجل قراءة ميزان الحرارة كل دقيقتين في جدول كالمبين في الجدول (٦-٢) ، ثم حدد ما يلي :
 - أ- درجة الحرارة التي ينصهر عندها كل الثلج تماماً .
 - ب- درجة الحرارة التي يبدأ عندها تكون فقاعات هواء في السائل .
- ٦) استمر في التسخين لبضع دقائق حتى يبدأ الماء في الغليان ، ثم أجب عن الأسئلة التالية :

المواد والأدوات

- كأس سعة ٢٥٠ مل
- مخبر مدرج سعة ٥٠ مل
- ميزان حرارة.
- موقد بنزن وشبك
- تسخين وقاعدة.
- ساق زجاجية.
- ماء مقطر.
- ثلج مصنوع من الماء
- المقطر مسبق الصنع
- حمام مائي

| الوقت | درجة الحرارة |
|-------|--------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

جدول (٦-٢)

- ما درجة انصهار ودرجة غليان الماء التي رصدتها ؟
- ما هذه الفقاعات التي تشاهدها عند التسخين ؟
- هل تتطابق درجة الغليان التي رصدتها مع الدرجة المعروفة لغليان الماء ؟ فسر أي اختلافات إن وجدت.
- هل تتوقع أن تتغير درجة غليان الماء باستعمال لهب أقوى ؟ ولماذا؟



لقد لاحظنا في النشاط السابق ما يحدث للماء عند تسخينه، وكم الدرجة التي يغلي عندها، ولو افترضنا أن الماء هيدريداً للأكسجين، وقارناه بهيدريدات المجموعة السادسة في الجدول الدوري لتوقعنا أن يغلي الماء دون الدرجة (-5, 63 م)، إلا أن الواقع أنه يغلي عند الدرجة 100 م، وذلك نتيجة لقوى الروابط الهيدروجينية التي تربط بين جزيئاته فتزداد قوى تجاذب الجزيئات مع بعضها فيتطلب ذلك بذل طاقة أكبر لفك تلك الارتباطات والسماح للجزيئات بالابتعاد عن بعضها والتحول إلى الحالة الغازية .

٢- تغير كثافة الماء بحسب درجة حرارته (حالته الفيزيائية)

نشاط عملي ٦-٢ استكشاف تغير حجم الماء وكثافته بتغير حالته الفيزيائية



الخطوات

- ١- ضع ٣٠ مل من ماء الصنبور في مخبر مدرج سعة ١٠٠ مل ، وسجل الحجم (ح ١=٣٠ مل) .
- ٢- زن ٣٠ جم من الثلج ، وسجل الكتلة (اعتبرها ك ١) .
- ٣- انقل قطعة من الثلج بعناية وحذر (حاول عدم إذابة الثلج في هذه الخطوة) إلى المخبر المدرج ، وسجل القراءة التي يرتفع إليها مستوى الماء (ح ٢) .
- ٤- استنتج حجم قطعة الثلج (ح ٣) باستخدام نظرية حجم الماء المزاح .
- ٥- دع قطعة الثلج داخل المخبر المدرج لعدة دقائق ، ثم سجل ما تلاحظه .
- ٦- سجل الحجم الجديد للماء الموجود في المخبر المدرج (ح ٤) ، ماذا تلاحظ ؟
- ٧- قارن بين حجم قطعة الثلج (ح ٣) وحجمها بعد أن انصهرت بالكامل داخل الماء
- ٨- ما فائدة تغير حجم الماء بتغير درجة حرارته في البيئة الطبيعية للمخلوقات الحية .
- ٩- من المعلومات التي جمعتها: احسب كثافة قطعة الثلج (كث) ثم قارنها مع ، كثافة الماء المعروفة لديك ، ماذا تلاحظ ؟

المواد والأدوات

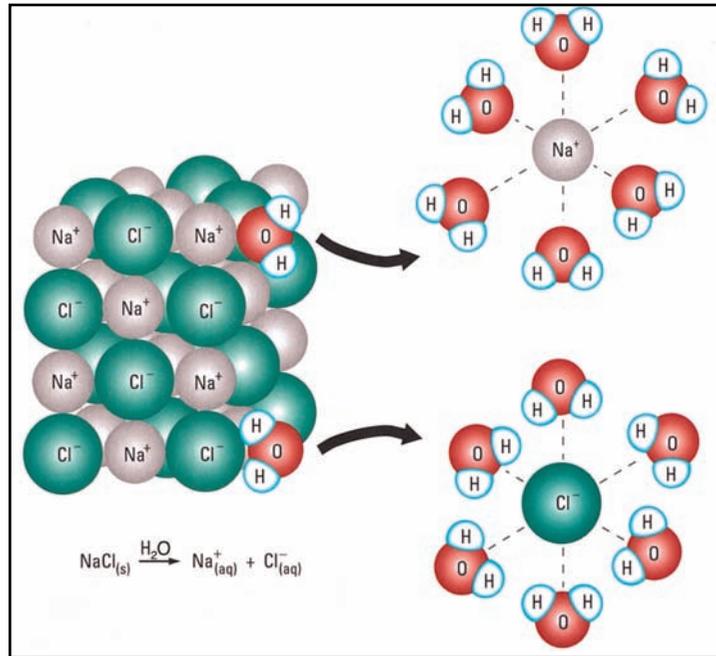
- مخبر مدرج سعة ١٠٠ مل
- ميزان
- ثلج معد مسبقاً من الماء المقطر
- ماء صنبور



إن انصهار الجليد ينتج عنه تكسير بعض الروابط الهيدروجينية نتيجة لاختلال الترتيب المنتظم للجزيئات عند الانتقال من حالة الصلابة إلى حالة السيولة، وينتج عن ذلك أن جزيئات الماء تستطيع الاقتراب من بعضها البعض لمسافة أكثر، مما يجعلها أكثر تراصاً وبالتالي أكثر كثافة. لكن ارتفاع درجة الحرارة بعد الدرجة 4 م يرافقه تمدد حراري يبعد الجزيئات عن بعضها ثانية فتعود الكثافة إلى الانخفاض .

٣- قدرة الماء على إذابة بعض المواد :

يتميز الماء بقدرة جيدة على إذابة الكثير من المواد الأيونية والقطبية إذ تحيط جزيئاته بأيونات المادة المذابة فتفصلها عن بعضها كما يتبين من الشكل (٦-٦) :

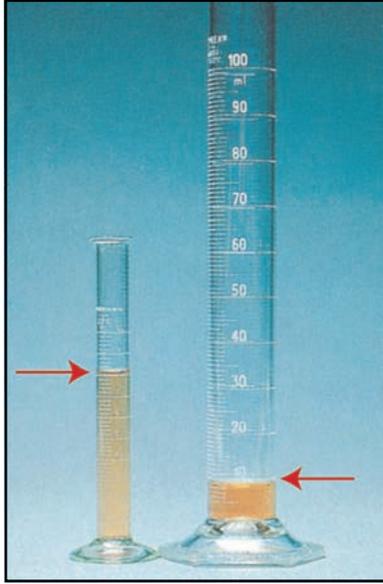


شكل (٦-٦) إحاطة جزيئات الماء بأيونات ملح كلوريد الصوديوم

إن هذه الخاصية جعلت من الماء وسطاً مناسباً لكثير من التفاعلات الكيميائية، خاصة تلك التي تحدث داخل أجسامنا؛ حيث تساعد تلك الخاصية في نقل المواد الغذائية التي تكون غالباً إما أيونية أو قطبية إلى أعضاء الجسم مذابة في الماء لتعذر انتقالها في الأوعية الدموية والأنسجة في صورة صلبة .



٤- التوتر السطحي للماء :



شكل (٦-٧)

تبعاً لشد جزيئات الماء بعضها لبعض بواسطة الروابط الهيدروجينية فإننا نلاحظ أن الماء يمتاز بخاصية توتر سطحي عالية، إن ظاهرة التوتر السطحي للماء تعني أن جزيئات الماء تتعرض لقوى تجاذب من جميع الاتجاهات عدا الاتجاه إلى أعلى، ومن ثم فإن جزيئات سطح الماء ستكون مشدودة إلى وسطه مما يؤدي إلى تقعر سطح الماء في الأنابيب الحاوية له.

ومن هنا نجد أن قراءة حجم الماء والمحاليل المائية في الأنابيب تعتمد على الرقم المحاذي للسطح المقعر له وليس لنقاط اتصال سطح الماء بجدران أنبوبة الزجاج شكل (٦-٧).

والجدول (٦-٣) يلخص أهم الخصائص الفيزيائية للماء :

| | | |
|---------------------|---|---|
| الشكل الظاهري للماء | لا لون له ، لا طعم له ، لا رائحة له | |
| درجة الغليان | ١٠٠ م وضغط جوي واحد | وهو الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر |
| درجة الانصهار | صفر م | |
| الكثافة | ١ جم / مل (عند درجة ٤ م) | يزداد حجم الماء عند تجمده وتنقص كثافته، أي أن كثافة الجليد أقل من كثافة الماء |
| الحرارة النوعية | ١ سعر لكل جرام لكل درجة مئوية | |
| التوصيل الكهربائي | ضعيف التوصيل | |
| الإذابة | يذيب المواد الأيونية والتساهمية القطبية | |

جدول (٦-٣) بعض خصائص الماء



سؤال للتفكير

عند إجراء عملية القياس عملياً؛ متى تتم قراءة درجة غليان سائل ما؟



وقفزة تأمل :

لقد قدر الخالق سبحانه أن يكون الماء هو المادة الحيوية المهمة لمعظم الأغراض الحياتية للمخلوقات الحية ومنها الإنسان ، لذا جعل الله خواصه مختلفة تماماً عن الخواص النظرية المتوقعة لهيدريدات المجموعة التي ينتمي إليها عنصر الأكسجين ، كما أنها تختلف عن خصائص مواد أخرى مماثلة له ، دعنا نتأمل الحالات التالية لنزيد شعورنا بنعمة الله علينا وعلى المخلوقات الحية من حولنا :

١- لقد لاحظنا في النشاط (٦-٢) أن حجم الجليد (الثلج) أكبر من حجم الماء العادي ، ولو تأملنا ما وراء ذلك التغير من الحكمة الإلهية لتملكننا الانبهار ، إذ المعتاد أن الحجم يقل غالباً بتحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة نظراً لتراص جزيئات المادة وتقاربها من بعضها أكثر مما هي عليه في حالة السيولة ، فإذا كانت الكتلة ثابتة فإن نتيجة ذلك زيادة كثافة المادة .

إلا أن الوضع في حالة الماء مختلف جداً ، فالماء حين يتحول إلى جليد تقل كثافته ، ولو قدر أن لدينا وعاء يحوي كمية من الماء وكمية من الثلج فسنلاحظ أن الثلج يطفو فوق الماء السائل ، إن هذه الخاصية لها حكمة عظيمة ، فالمياه في العالم تمثل بيئة حياة كميات هائلة من الأحياء النباتية و الحيوانية و الأحياء الدقيقة ، وعند تجمد الماء فإن ذلك لن يخل كثيراً بحياة تلك المخلوقات إذ ستطفو طبقة الجليد إلى أعلى وتبقى المنطقة السفلية من البيئة المائية سائلة تتمكن معها المخلوقات الحية كالأسماك من ممارسة حياتها واستخلاص الأكسجين المذاب في الماء والبحث عن أسباب معيشتها، فكل ميسر لما خلق له ، ومن ثم تبقى حية وربما يحتاجها الإنسان يوماً ليصطادها ثم يتغذى على ما وهبه الله له حلالاً طيباً .

٢- تأمل درجة الغليان للماء (١٠٠ درجة مئوية) ، وتأمل استخدام الماء في أعمال الطهي للأكل الذي نتناوله يومياً ، إن هذه الدرجة التي يغلي عندها الماء ملائمة لإنضاج معظم الأغذية ، كما أنها درجة كافية لقتل معظم الأحياء الدقيقة التي ربما تنقل لنا الأمراض ، ومع ذلك فهي درجة لا يصعب الوصول إليها فهي لا تتطلب إلا قدرًا محدوداً من الطاقة الحرارية التي توصل الماء إلى درجة غليانه في غضون بضعة دقائق .

إن تأمل تلك الظواهر والخصائص ليدعونا إلى التفكير في قول الله تعالى وهو أصدق القائلين :

﴿وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ بَقَدِيرٍ﴾ ﴿سورة الفرقان﴾



ثانياً : خصائص الماء في بيئته الطبيعية

كثيراً ما يتم إجراء عدد من القياسات على الماء في بيئة ما لتعرف مدى ملاءمتها للحياة أو للاستخدامات الحياتية المختلفة ، فالمخلوقات الحية المائية تعيش في بيئة مائية ذات مواصفات محددة، وبمجرد حدوث خلل واضح في خصائص الماء تحدث آثار عكسية على تلك الأحياء ، وعلى سبيل المثال : تحتاج النباتات المائية إلى وجود درجة من الضوء تصل إليها لتمكن من القيام بعمليات التمثيل الضوئي الذي تعتمد عليه معظم العمليات الحيوية الأخرى لدى النبات ، ويتأثر النبات بانخفاض نفاذية الضوء في الماء ومن ثم ستأثر المخلوقات الحية الأخرى المعتمدة في غذائها على النبات كجزء من السلسلة الغذائية التي يقع النبات ضمنها .

ولأغراض استكشاف خصائص الماء في بيئة ما يتم إجراء عدد من القياسات الكيمائية البيئية التي تستخدم لها أجهزة وأدوات ومواد كيميائية مناسبة ، ومن تلك الخصائص ما يلي :

١- شفافية الماء

شفافية الماء هي مقياس مدى قابلية الماء لإنفاذ الضوء أي أنها مقياس مدى صفاء الماء وخلوه من المواد العالقة التي تسبب التعكر .

أهمية قياس شفافية الماء :

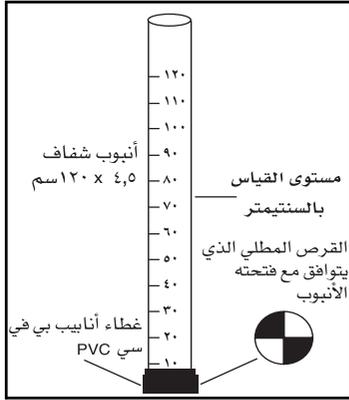


شكل (٦-٨)
ماء الشرب عالي الشفافية

تعتمد الحياة بوجه عام على الطاقة الضوئية التي تستمد من ضوء الشمس ؛ ابتداءً من النباتات المائية ثم الأحياء المعتمدة عليها .

وكلما زادت شفافية الماء كان ذلك مؤشراً على قابلية هذه البيئة المائية لاستضافة أحياء مائية يمكنها أن تجد في تلك البيئة ما يعينها على حياة ملائمة .

ومن ناحية أخرى تعتمد استخدامات الإنسان للماء لأغراض الشرب والأغراض المنزلية على مدى شفافيته؛ إذ لا يتقبل الناس استخدام مياه مُعكّرة ، كما أن المياه المُعكّرة تحتوي على أجسام عالقة يمكن أن تحتمي بها الجراثيم فلا تؤثر فيها المواد المُعكّمة القاتلة للبكتيريا والجراثيم كالكلور ، لذا لا بد من التأكد من شفافية الماء قبل القيام بعملية تعقيمه بالمعقمات الكيميائية .



شكل (٦-٩) أنبوبة العكارة

يستخدم لقياس شفافية الماء نوعان من الأدوات حسب نوع المصدر المائي :
(١) قياس الشفافية في المياه الضحلة (غير العميقة):

- يستخدم أنبوب العكارة لقياس الشفافية في هذا النوع من المياه، ويتكون مما يلي:
 - أنبوبة بعرض ٥ سم وارتفاع ١١٥ سم تقريباً ومدرجة بوحدات الستيمتر، ابتداءً من الصفر في القاعدة .
 - قرص مقسم لأرباع وملون كل ربع بلون أسود أو أبيض بالتناوب يوضع في قاعدة الأنبوب (كما في الشكل ٦-٩) .
- ولمعرفة كيفية إجراء هذا النوع من القياس تجري النشاط العملي التالي :

قياس شفافية الماء في المناطق الضحلة

نشاط عملي ٦-٣



الخطوات

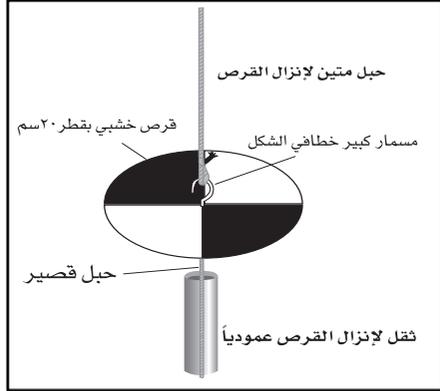
- ١- أحضر عينة من مصدر مياه طبيعية (بئر، غدير، وادي...)، ويمكن أن يقسم الطلاب في مجموعات كل مجموعة تحضر عينة من موقع تختاره وتتم المقارنة بين نتائج الطلاب بعد تطبيق النشاط .
- ٢- صف الموقع الذي أخذت منه العينة بدقة .
- ٣- انقل كمية من الماء المأخوذ من العينة المراد قياس شفافيتها بكأس إلى أنبوبة العكارة تدريجياً .
- ٤- راقب القرص خلال نقل الماء إلى الأنبوبة واستمر حتى يبدأ التمييز بين اللونين بالاختفاء تدريجياً .
- ٥- ابدأ بإضافة كميات أقل من الماء تدريجياً حتى تنعدم قدرة العين المجردة على التمييز اللوني بين اللونين الأبيض والأسود للقرص (من خلال المراقبة العينية العمودية) .

المواد والأدوات

كأس بلاستيك سعة ٢٥٠ مل تقريباً، أنبوبة العكارة، عينة مستقاة من مياه مستنقع ضحل (غير عميق) لا تقل كميتها عن ٢٠ لتراً .



- ٦- سجل القراءة عند المستوى المقعر لسطح الماء في الأنبوبة للدلالة على درجة شفافية الماء في العينة .
- ٧- احتفظ بعينة الماء في المختبر لاستخدامها في نشاطات أخرى لاحقاً إن شاء الله.



شكل (٦-١٠) قرص سيكهي

(٢) قياس الشفافية في المياه العميقة :

ويستخدم لذلك قرص سيكهي ويتكون من:

- قرص من الخشب قطرة ٢٠ سم، مقسم إلى أرباع يلون كل ربع بأحد اللونين الأبيض أو الأسود بالتناوب.
- حبل بلاستيكي طويل لتعليق القرص بواسطة مسمار خطافي مناسب، وثقل (كما في الشكل ٦-١٠) .

استكشاف شفافية موقع مائي عميق

نشاط عملي ٤-٦



الخطوات

- ١- حدد موقعا يوجد به مصدر مائي عميق، ويمكن الوصول إليه بسهولة (مثل : مجرى وادي عميق، شاطئ البحر أو الخليج، غدير عميق الماء، بحيرة صغيرة عميقة، مستودع سد مائي...).
- ٢- صف الموقع بدقة.
- ٣- خذ موقعاً مناسباً لقياس شفافية الماء يراعى فيه احتياطات السلامة والأمان من السقوط والغرق.
- ٤- ألق قرص سيكهي برفق في المصدر المائي واحذر أن يتعد عن أن يكون منك باتجاه عمودي، راقب القرص خلال انغماره في الماء واستمر حتى تستطيع التمييز بين اللونين.

المواد والأدوات

- قرص سيكهي
- حبل بلاستيكي طوله ٣٠ متراً



- ٥- ارفع القرص إلى الدرجة التي يبدأ عندها التمييز اللوني بالظهور ثانية بوضوح، ثم أعد إنزاله بحذر وبرفق لتحديد النقطة التي يبدأ عندها التمييز اللوني بالاختفاء .
- ٦- ضع علامة على الحبل الحامل للقرص على المستوى المحاذي للعين حين البدء في اختفاء التمييز اللوني .
- ٧- أخرج القرص وقس المسافة على الحبل التي تعبر عن العمق الذي اختفى عنده التمييز اللوني للقرص .
- ٨- سجل القراءة التي تحصل عليها بالأمتار للدلالة على درجة شفافية الماء في المصدر المائي ، والتاريخ والوقت .
- ٩- اجمع جميع نتائجك في جدول واحد ، ثم خطط بالتعاون مع معلمك وزملائك بإعادة تطبيق هذه القياسات كل شهر مرة بمتابعة أي تغيرات تطرأ على خصائص الماء، ناقش أي تغيرات ، وابحث عن أي أسباب أدت إلى تلك التغيرات إن وجدت .



شكل (٦-١١) :

ايضاض الشعاب المرجانية لارتفاع درجة الحرارة

٢- درجة حرارة الماء .

تُعد درجة حرارة الماء أحد المعايير اللازمة لتكون البيئة المائية الملائمة للحياة.

أهمية قياس درجة حرارة الماء :

إن معظم الأحياء المائية تعجز عن التأقلم مع التغير المفاجئ لدرجة الحرارة مما يؤدي إلى هلاكها ؛ شكل (٦-١١) ، ولذا فإن المحافظة على بيئة مائية مناسبة للحياة بداخلها أو حولها؛ تتطلب مراقبة مستمرة للتغيرات التي قد تعثر بها ،



فإذا كانت تلك البيئة المائية معرضة لعوامل من شأنها الإخلال بتوازن درجة حرارة الماء ؛ كالمصانع أو محطات التحلية ، فإن الجهات المختصة تقوم بمتابعة التغيرات التي تطرأ على درجة حرارة الماء للحد من تفاقم المشكلة ومعالجتها في الوقت المناسب قبل أن تتدهور الحياة في البيئة المائية . من ناحية أخرى فإن ذائبية غاز الأكسجين في الماء تقل بازدياد درجة حرارة الماء في البيئة ، ومن البديهي أن نقص نسبة الأكسجين المذاب في الماء له تأثير سلبي كبير على قدرة الأحياء على استخلاص الأكسجين الكافي لعملية التنفس مما يعرض حياتها للخطر .

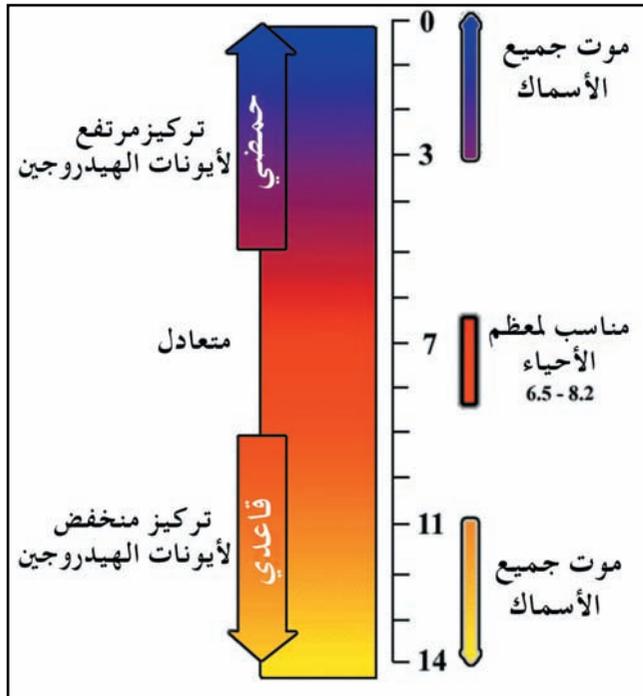
٣- حموضة الماء : أو الرقم الهيدروجيني (pH)

درجة الحموضة هي مقياس لمدى تركيز المواد

الحمضية أو القلوية في الماء، إن درجة الحموضة تحدد عادة باستخدام ما يعرف بالرقم الهيدروجيني (الأس الهيدروجيني) ويرمز له بالرمز pH .

تتراوح قيمة الرقم الهيدروجيني في المحاليل المائية بين درجة الصفرة والدرجة ١٤ ، ولذا يتم تدريج درجات الحموضة عادة في مدرج كالموضح في الشكل : (٦-١٢) .

إن الرقم (٧) يمثل الماء المتعادل الذي لا تظهر فيه صفة حمضية أو قلوية ، وكلما قلت الدرجة عن الرقم (٧) زادت درجة حموضة المحلول ونقصت تبعاً لذلك القلوية (القاعدية) .



شكل (٦-١٢) مدرج الحموضة



أهمية درجة حموضة الماء :

إن معظم الأحياء لا يمكنها العيش في بيئة ترتفع فيها درجة الحموضة أو القلوية أي أن البيئة المتعادلة أو القريبة منها هي أنسب البيئات للحياة ، وتتراوح درجة الحموضة في البيئات المائية الملائمة للحياة بين الدرجتين ٥ ، ٦- ٢ ، ٨ ؛ كما يلاحظ في الشكل (٦-١٢) .
كما أن المياه الملائمة للأغراض المنزلية أيضاً يجب أن لا تتجاوز الدرجة ما بين هاتين الدرجتين ، أما المياه الملائمة للشرب فكلما قربت من الرقم ٧ كانت أكثر ملاءمة .

استكشاف درجة حموضة عينة مائية

نشاط عملي ٦-٥



الخطوات

١- أحضر عينات من مصادر مياه طبيعية [يمكن استخدام العينات التي وفّرت في النشاط (٦-٣)].

٢- استخدم جهاز قياس درجة الحموضة أو ورق قياس الحموضة بحسب المتوفر، ويمكن استخدامهما معاً إذا توفرا.

أ- باستخدام ورق قياس الحموضة : (pH paper)

ضع عينة من الماء في كأس سعة ١٠٠ مل ثم اغمس ورقة قياس الحموضة، وبعد ١٠ ثواني أخرج الورقة وقارن لونها بالألوان المرجعية لتحديد درجة الحموضة، وسجل الدرجة والتاريخ والوقت .

ب- باستخدام مقياس الحموضة : (pH meter)

قم بمعيرة الجهاز باتباع التعليمات المطبوعة على وعاء حفظ الجهاز، ثم اتبع التعليمات في إجراء القياس، وسجل القراءة التي يقرؤها الجهاز محددة التاريخ والوقت .

المواد والأدوات

- عينة ماء من مصدر طبيعي
- ورق قياس درجة الحموضة
- جهاز قياس درجة الحموضة



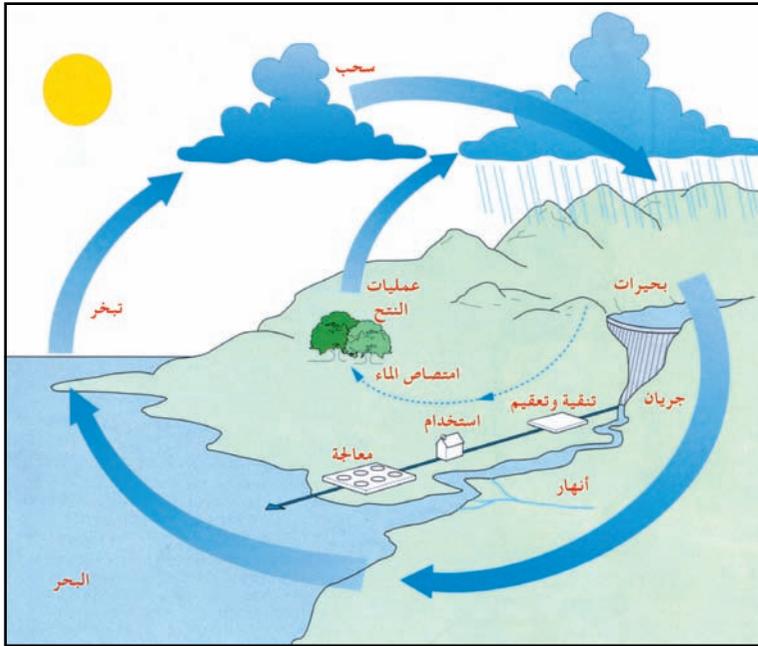
البحث العلمي :

حددت منظمة الصحة العالمية أن المدى المقبول لدرجة حموضة الماء للاستخدام البشري هو ما بين الدرجتين : ٥، ٦-٨، ٥ .

اكتب بحثاً مختصراً عن منظمة الصحة العالمية يتضمن المحاور الآتية :

- التعريف بالمنظمة . ● الدول الأعضاء فيها . ● أبرز نشاطاتها .
 - أهم قراراتها خلال العام الدراسي الحالي فيما يتعلق بالمياه حول العالم .
- قدم البحث إلى معلمك واقترح طريقة لنشر المعلومات التي جمعتها داخل مدرستك .

(سيمر بنا مناقشات تفصيلية حول درجة الحموضة والحسابات المتعلقة بها في الصف الثالث الثانوي إن شاء الله).



٤: دورة الماء في الطبيعة

لقد جعل الله الماء مادة حيوية يتوقف عليها استمرار الحياة على ظهر هذه الأرض، وجعل له دورة بيئية طبيعية يتحول فيها الماء من حالة إلى أخرى لتبقى كمية الماء في الأرض بالقدر الذي يكفي للحياة، وتدخل نشاطات الإنسان ضمن هذه الدورة كما يتبين من الشكل (٦-١٣).

شكل (٦-١٣) دورة الماء في الطبيعة



تدريب (٦-١):

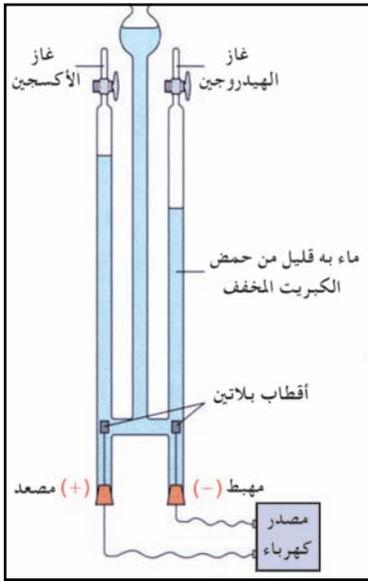
تأمل الشكل (٦-١٣) ثم اشرح العمليات التي تحدث ضمن دورة الماء في الطبيعة، مبيناً كيف تسهم تلك الدورة في الإبقاء على كمية الماء محفوظة .



ثالثاً : الخواص الكيميائية للماء :

١- دخول الماء في التفاعلات الحيوية الهامة:

يدخل الماء في تفاعلات كيميائية هامة منها ما له أهمية قصوى في دورة الحياة كعملية التمثيل الضوئي حيث يتحد مع ثاني أكسيد الكربون ليكون مواد عضوية وأكسجيناً كما يدخل الماء في كثير من الصناعات الكيميائية التي أنتجت بفضل الله سبحانه الكثير من المنتجات النافعة للإنسان.



شكل (٦-١٤)

جهاز فولتيمتر هوفمان لتحليل الماء

٢- التحليل الكهربائي للماء :

يتحلل الماء بالتحليل الكهربائي إلى العنصرين المكونين له الأكسجين والهيدروجين ، ويمكن ملاحظة ذلك باستخدام جهاز هوفمان (شكل ٦-١٤) .

تدريب (٦-٢) :

استنتج المعادلة الكيميائية الموزونة للتحليل الكهربائي للماء .

وجود الماء في الطبيعة :

يوجد الماء في الطبيعة نقياً كما يوجد ممتزجاً ببعض الشوائب ، ومن هنا يمكن أن نجد الماء متجمعاً على إحدى الصور التالية :

١- ماء نقي :

مثل ماء المطر قبل أن يذوب بعض غازات الهواء و أملاح التربة ، ومثل جبال الجليد التي لم تتعرض لمواد ملوثة سواء خلال هطولها أو أثناء مرورها في المناطق المتجمدة قبل تجمدها ، وفي هذا النوع من المياه لا يوجد شوائب من الأملاح مذابة في الماء غالباً .



٢- ماء عذب:

وهو المناسب للشرب ؛ مثل مياه الأنهار ومياه معظم البحيرات وبعض مصادر المياه السطحية أو الجوفية، وغالباً يكون مجموع الأملاح الذائبة في الماء لا يتجاوز ١٠٠٠ جزء في المليون (1000ppm)

٣- ماء أجاج:

يتوفر في بعض البحيرات وبعض مصادر المياه السطحية أو الجوفية ، وتكون كمية الأملاح في هذا النوع من المياه تتراوح ما بين ١٠٠٠ جزء في المليون و ٣٥٠٠٠ جزء في المليون (أي ما بين 1000 ppm - 35000ppm).

٤- ماء مالح:

مثل مياه البحر ، والذي يبلغ محتواه من الأملاح أكثر من ٣٥٠٠٠ جزء في المليون ، وتشكل مياه البحر نحو ٩٨٪ من مجموع المياه الموجودة على كوكب

الأرض، بينما توزع النسبة المتبقية (٢٪) بين الثلوج الموجودة في القطبين المتجمدين وحولهما ، وبخار الماء الموجود في الجو والسحب ، ومياه الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية . ويُعد الماء الذي يكون البحر الميت أكثر مياه الأرض ملوحة، حيث يحتوى على ما مقداره ٢٥٠٠٠٠٠ جزء في المليون (أي أن محتوى كل لتر من الماء نحو ٢٥٠ جم من الأملاح) .

وحدة القياس: ppm

هذا الرمز هو أوائل حروف كلمات الجملة

Part Per Million

وتعني : جزء في المليون.

وهي من الوحدات المستخدمة لقياس تركيز مادة مذابة في مذيب، خاصة عندما تكون نسب المادة المذابة قليلة جداً في كمية كبيرة من المذيب.

فإذا كان لدينا تركيز قدرة : (10ppm) فإن ذلك يعني أنه في كل مليون جزء من المادة المذبة يوجد ذائباً ١٠ أجزاء وزنية من المادة المذابة ولتحويل المقدار إلى نسبة مئوية يمكن اتباع القاعدة التالية :

$$1\% = 10000 \text{ جزء في المليون}$$

وعادة تستخدم هذه الوحدة في قياسات محتوى المياه الطبيعية من المواد المذابة فيها سواء كانت أملاحاً أو غازات أو غيرها.



سؤال للتفكير

لا تكفي معرفة نسبة الأملاح الذائبة في الماء للحكم على صلاحيته للشرب . وضح الشروط اللازم توفرها في الماء ليكون صالحاً للشرب.



تدريب (٦-٣) :

تم حفر بئر في قرية قريبة من منطقتك واستشارك أهل القرية عن مدى مناسبة مائها للشرب ، وحاولت استخدام ما تعلمته في الكيمياء لمساعدة أهل القرية ، وحددت نسبة الأملاح الموجودة في عينة من ماء البئر فوجدتها تحتوي على ما يلي :

| الملاح | كميته |
|-------------------|---------------------|
| كلوريد البوتاسيوم | ٢٥٠ جزء في المليون |
| كلوريد الصوديوم | ١١٠٠ جزء في المليون |
| يوريد البوتاسيوم | ٧٧ جزء في المليون |
| يوريد الصوديوم | ٩٨ جزء في المليون |

فإذا كانت البئر نقية من الشوائب والمواد الملوثة والبكتيريا ، فماذا ستقول لهم ؟

وستعرض لأنواع المياه بشيء من التفصيل :

أولاً : المياه النقية :

تعد مياه الأمطار من أنقى صور المياه النقية في الطبيعة خاصة تلك التي لم تمتزج خلال تساقطها بمواد قابلة للذوبان في الماء ، ولو تمكنا من الحصول على عينة منه من الطبقات العليا للجو وحللناها كيميائياً لن نجد سوى جزيئات H_2O ، وحيث إن للماء قدرة كبيرة على إذابة الكثير من المواد خاصة الأملاح والمواد الأيونية فإنه يذوب خلال تساقطه جزيئات المواد العالقة في الجو فتختل درجة نقاوته بحسب تلك المواد التي يتشبع بها الجو .

إن تلوث الهواء عامل مهم في تلوث ماء المطر وفقدانه النقاوة الطبيعية التي يتصف بها وقد مر بنا أسباب حدوث ظاهرة الأمطار الحمضية في الفصل الخامس من هذا الكتاب .

البحث العلمي :

ما أنواع الصناعات التي تسهم في تغيير تركيب ماء المطر وتسبب تلوثه ؟ ناقش ذلك موضحاً بأمثلة .



ثانياً : المياه العذبة :

تنقسم المياه العذبة إلى :

(١) المياه السطحية Surface Water

ومنها الأنهار، أو المياه المتجمعة في بحيرات أو جداول أو أودية عند تساقط الأمطار على سطح الأرض، كما أن الثلوج المتساقطة على قمم الجبال تنصهر وتجري على هيئة جداول أو أنهاراً تبقى نسبة كبيرة منها فوق سطح الأرض، أو تتشبع بها القشرة الخارجية السطحية من الأرض، ولذا تسمى كل هذه الأنواع مياهاً سطحية .

وأحياناً تستمر في الجريان حتى تبخر، ولذا حاول الإنسان حفظ تلك المياه في المناطق القريبة إلى مواقع الحاجة إليها بدلاً من ذهابها بعيداً عنه، فشيّد السدود على مجاري السيول لتصبح مخازن ومستودعات سطحية ضخمة لجمع الماء؛ يتم توزيعها تدريجياً على المزارع القريبة، أو تنقيتها لأغراض الشرب أو الاستعمالات البشرية الأخرى، كما حاول استخراج المياه السطحية الموجودة في قشرة الأرض بحفر الآبار السطحية.



شكل (٦-١٥) صورة لسد ملهم (شمال الرياض)



معلومة إثرائية :



شكل (٦-١٦)



شكل (٦-١٧) صورة قديمة لنبع بئر زمزم

بئر زمزم

تعريفه : هو البئر الذي يقع جنوبي مقام إبراهيم عليه السلام على بعد ١٨ متراً منه في المسجد الحرام. واشتقاقه من الزمزمة وهو الصوت مطلقاً، أو الصوت البعيد الذي يُسمع له دوي. قال ابن قتبية في غريب الحديث (٢/٥٠٢): «ولا أراهم قالوا زمزم إلا لصوت الماء حين ظهر».

وماء زمزم لا لون له ولا رائحة ، ذو مذاق مالح قليلاً، والرقم الهيدروجيني له (٥ , ٧) وبذلك يكون قلويًا إلى حد ما، وجميع الأيونات الموجبة والسالبة الذائبة فيه تقع ضمن مواصفات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب، ما عدا الصوديوم فكميته مرتفعة ولكن لا يوجد في المواصفات العالمية حد لأعلى تركيب له.

إن ماء زمزم صالح تماماً للشرب وأثره الصحي جيد، ويوضح الجدول (٦-٤) نتائج تحليل مختبر مصلحة المياه والصرف الصحي بالمنطقة الغربية في عام ١٤٠٠ هـ لعينة من ماء زمزم.

فضائل ماء زمزم

قال النبي ﷺ: «ماء زمزم لما شرب له» رواه أحمد وابن ماجه، وقال ﷺ: «إنها ماء مباركة وهي طعام طعم» رواه مسلم، وزاد الطيالسي «وشفاء سقم».

| المادة | النسبة |
|------------|--------|
| الكالسيوم | ١٩٨ |
| المغنيسيوم | ٤٣,٧ |
| كلوريد | ٣٣٥ |
| كبريتات | ٣٧٠ |
| الحديد | ٠,١٥ |
| المنجنيز | ٠,١٥ |
| النحاس | ٠,١٢ |

جدول التأكد من وحدة النسبة (٦-٤)



(٢) المياه الجوفية Ground Water :

يتسرب جزء من مياه الأمطار والثلوج إلى باطن الأرض حتى يصل إلى طبقات من الصخور النارية تتصف بأنها غير مسامية ، فتحجز الماء مكونةً مخزوناً هائلاً منه .
ولقد أصبحت تلك المخازن مستودعاً للأجيال الحاضرة والمستقبلية ، وبدأ الإنسان يستثمرها عندما تمكن بتوفيق الله له من اختراع آلات قادرة على الحفر لأعماق سحيقة تحت الأرض ، وآلات أخرى ترفع الماء مقاومة لاتجاه الجاذبية الأرضية ؛ ليصل الماء إلى المزارع والمدن ، ويستقي الناس من تلك المستودعات الطبيعية .
وفي بعض الأحيان يتدفق الماء على صورة ينابيع وفوارات ، يستقي منها الناس ويستمدوا منها ماءً يخدمهم في أغراض شتى .

ثالثاً : مياه البحار (المياه المالحة)



شكل (٦-١٨)

أسماك القرش أحد أهم الأحياء في البيئة البحرية

تعد البحار تربة سائلة تنتج لنا الخيرات من الحيوانات والنباتات والمعادن البحرية ، فهي تهمنا كمصدر للماء ومصدر للغذاء ، وتحوى مياه البحار بالإضافة إلى الأملاح كميات ضئيلة من عناصر أخرى وهذه العناصر لها أهمية حيوية للمخلوقات الحية المائية .
إن وفرة مياه البحار في الكرة الأرضية قد وجهت أنظار العلماء لمضاعفة الدراسات والأبحاث للحصول على مورد غني بالأغذية والمواد الكيميائية والطبية .



الخطوات

- ١- اجمع ثلاث عينات مياه مختلفة مثلاً ماء بحر ، ماء الصنبور، ماء أحد الآبار المالحة، وضع قليلاً منها في وعاء بلاستيكي سعة ١٠ لترات .
- ٢- زن بدقة كأساً (وعاء تبخير) نظيفاً وجافاً سعة ٢٠٠ لتراً، وزجاجة ساعة لتغطية الكاس، وسجل كتلتها.
- ٣- خذ حوالي ١٠٠ مل من عينة ماء البحر ، ورشحه باستعمال قمع عادي واستقبل الراشح في الكأس المحدد في الخطوة رقم ١ .
- ٤- جهز حماماً مائياً مناسباً .
- ٥- غط الكأس بزجاجة الساعة ، وحدد كتلته مع محتوياته .
- ٦- ارفع زجاجة الساعة عن الكأس وسخنه على لهب بنزن حتى يتبخر معظم الماء، ماذا تلاحظ ؟
- ٧- ضع الكأس في حمام مائي يغلي وغطه بزجاجة الساعة بحيث يكون الغطاء غير محكم تماماً وسخن الكأس بمحتوياته، إلى أن يجف الوعاء ومحتوياته وغطاؤه ويتبخر الماء تماماً .
- ٨- اترك الوعاء جانباً حتى يبرد ثم أوجد كتلة محتوياته مع الغطاء ودون الكتلة .
- ٩- كرر التجربة باستخدام عينات أخرى .
- ١٠- دون نتائجك في الجدول التالي :

المواد والأدوات

- أواني بلاستيكية سعة كل منها ١٠ لتراً
- كأس بلاستيكي سعة ٢٠٠ مللتراً
- قمع ترشيح
- ورقة ترشيح
- موقد بنزن
- ميزان حساس
- ثلاث عينات من مياه متنوعة المصادر



| م | الكتلة | عينة رقم (١) | عينة رقم (٢) | عينة رقم (٣) |
|---|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| ١ | كتلة وعاء الخزف والغطاء | | | |
| ٢ | كتلة وعاء الخزف والغطاء والماء | | | |
| ٣ | كتلة الماء (المحلول) | | | |
| ٤ | كتلة وعاء الخزف والغطاء والملح | | | |
| ٥ | كتلة الملح | | | |
| ٦ | كتلة الماء النقي | | | |

١١- من خلال البيانات التي قمت بجمعها قم بإجراء الحسابات الآتية :

- نسبة الملح في عينة ماء البحر =
- نسبة الملح في عينة ماء الصنبور =
- نسبة الملح في عينة ماء الآبار المالحة =



البحث العلمي :

أقيمت مدينتا الجبيل وبنبع الصناعيتان على ساحلي الخليج العربي والبحر الأحمر، ناقش الأسباب في اختيار موقعهما بجوار مصدرين غنيين بالماء.

عسر الماء :

الماء العسر هو الماء الذي لا يكون رغوّة بسهولة مع الصابون.

ويمكن تقسيم عسر الماء إلى نوعين حسب الأيونات الذائبة في الماء هما العسر المؤقت والعسر الدائم

العسر المؤقت :

ويعود لوجود أملاح البيكربونات HCO_3^- وسمي بالعسر المؤقت لسهولة التخلص منه ، ويمكن إزالة عسر الماء في هذه الحالة وتحويله إلى ماء يسر بغلي الماء أو تسخينه فينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون وتترسب كربونات الكالسيوم مكونة طبقة بيضاء على سطح غلاية الماء .





العسر الدائم :

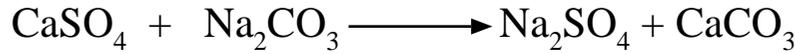
ويعود لوجود أملاح كبريتات وكلوريدات وبيكربونات المغنيسيوم والكالسيوم ذائبة في الماء، وسمي عسراً دائماً لأن أملاح هذه الأيونات لا ترسب بعملية التسخين البسيطة ، وإنما تحتاج إلى معالجات كيميائية.

طرق إزالة العسر الدائم للماء:

هناك عدة طرق لإزالة لعسر الدائم للماء منها :

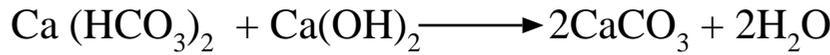
١ - إضافة كربونات الصوديوم:

حيث يتم ترسيب أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم على هيئة كربونات غير ذائبة كما يلي :



٢ - إضافة هيدروكسيد الكالسيوم بكميات محددة ودقيقة:

في هذه الطريقة يمكن تحويل البيكربونات إلى كربونات ترسب.



و يجب الحذر من إضافة كميات أكبر من اللازم من هيدروكسيد الكالسيوم لأنها مادة قلوية ذات آثار غير مرغوبة على الإنسان والأدوات التي تستخدم في حفظ الماء ونقله.



شكل (٦-٢٠)

أملاح مترسبة على الغلايات الكهربائية



شكل (٦-١٩)

أملاح مترسبة في أنابيب المياه

يتسبب عسر الماء في مشكلات أخرى فمن ذلك أن الأملاح المسببة لعسر الماء ترسب على الأسطح الداخلية لأنابيب المياه فتتلفها وعلى قضبان التسخين في الغلايات الكهربائية فتقلل كفاءتها؛ شكل (٦-١٩) - (٦-٢٠).

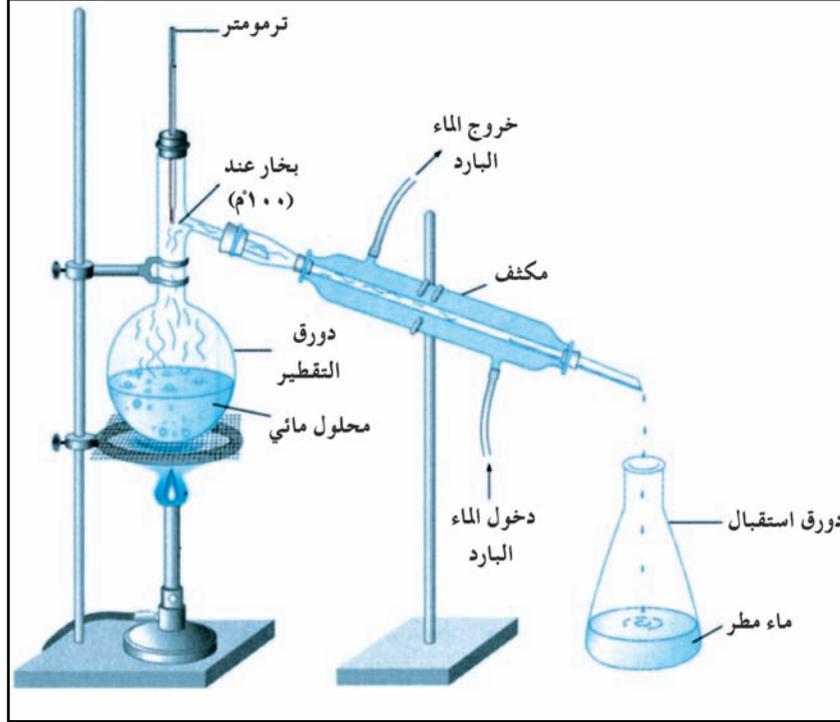
تدريب (٦-٤) :

صمم مخططاً توضيحياً تبين من خلاله أنواع عسر الماء وأسباب كل منها وطرق التخلص منها.



طرق تحلية مياه البحر :

برزت الحاجة إلى تحلية مياه البحر عندما قلت المصادر الطبيعية لمياه الشرب أو تعرضت للتلوث.



شكل (٦-٢١) جهاز التقطير البسيط

تعددت طرق تحلية مياه البحر نتيجة لمحاولة خفض تكاليف هذه العملية. ومن الطرق المستخدمة لذلك ما يلي:

١- التقطير:

ويتم إما بالطريقة العادية بتسخين الماء المالح تحت ضغط جوي عادي؛ كما في الشكل (٦-٢١)، وإما بتسخين الماء المالح تحت ضغط منخفض ليغلي عند درجة حرارة أقل من درجة غليانه العادية، وتعرف عملية التقطير عندئذ بالتبخير الوميضي لسرعة حدوث عملية التبخر.



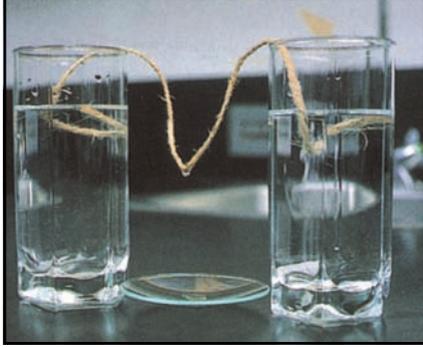
شكل (٦-٢٢) صورة لمحطة تحلية المياه في الخبر بالمنطقة الشرقية

وتؤخذ الطاقة اللازمة لتسخين الماء المالح إما من حرق الغاز الطبيعي أو زيت الوقود، أو باستخدام الطاقة الشمسية، أو باستخدام الطاقة النووية الناتجة من المفاعلات النووية.



٢- التناضح العكسي (الانتشار الغشائي) :

وتعتمد هذه الطريقة على المبدأ التالي :



شكل (٦-٢٣) الخاصية الشعرية

عندما يوضع غشاء نصف نفاذ بين الماء المالح والماء العذب، فإن الماء العذب ينتقل عبر الغشاء إلى الماء المالح. أما إذا جعلنا ضغط الماء المالح أعلى من الضغط التناضحي (ضغط الانتشار الغشائي الطبيعي)، فإن اتجاه النفاذ ينعكس، وينتقل الماء العذب عبر الغشاء من الماء المالح نحو الماء العذب، تاركاً وراءه الماء المركز بالأملح . وتجدر الإشارة إلى أن محطات تحلية المياه الرئيسية في المملكة العربية السعودية بعضها يعتمد طريقة التقطير الوميضي، بينما يعتمد البعض الآخر طريقة التناضح العكسي .

جهود المملكة في مجال تحلية المياه المالحة

لقد أخذت المملكة العربية السعودية على عاتقها توفير مياه الشرب لكل المواطنين والمقيمين ، وأنشأت ما يربو على (٣٠) محطة تحلية منها (٢٤) محطة على ضفاف البحر الأحمر من شماله إلى جنوبه، و(٦) محطات على ضفاف الخليج العربي، وأصبحت المملكة تنتج نحو (١٨٪) من الإنتاج العالمي من المياه المحلاة حتى العام ١٤٢٥هـ.

كما يصاحب عمليات التحلية في بعض تلك المحطات إنتاج الطاقة الكهربائية فأصبحت تؤمن نحو (١٩٪) من الطاقة الكهربائية المستهلكة في المملكة.

ولم تقتصر خدمات تأمين المياه المحلاة إلى المناطق الساحلية، بل امتدت عبر أنابيب تخترق الصحراء لتصل إلى الكثير من المدن والمحافظات شكل (٦-٢٤)، ولا يزال بعضها تحت الإنشاء، شكل (٦-٢٥).



شكل (٦-٢٥) : أنابيب نقل مياه التحلية تحت الإنشاء



شكل (٦-٢٤) : خط أنابيب نقل مياه التحلية إلى وسط المملكة



نشاط ميداني :

- قم بالتخطيط مع مجموعة من زملائك وبإشراف معلمك لزيارة إحدى محطات تحلية المياه في المنطقة أو في أحد المجمعات الحكومية أو الخاصة التي يوجد بها محطة خاصة ، واستعد لتنفيذ الزيارة بعدد من الاستعدادات ، مثل :
- إعداد مجموعة من الأسئلة العلمية التي يمكن عرضها على مهندسي المحطة والاستفادة من خبرته للإجابة عنها، مجموعة من الأسئلة الحوارية لغرض تنفيذ حوار مسجل مع أحد المختصين في المحطة .
 - جهاز تسجيل صوتي لإجراء بعض المقابلات والحوارات مع المتخصصين في الشركة .

اجمع بعض الصور والإحصائيات وأفلام الفيديو الوثائقية للاستفادة منها في المدرسة، ثم سجل تقريراً كاملاً عن الزيارة ، وجهزه بطريقة قابلة للنشر في إذاعة المدرسة أو في اللوحات العلمية المدرسية أو بواسطة برنامج حاسوبي مناسب مع تضمين التقرير ما حصلت عليه من صور وإحصائيات ومعلومات .

(يمكن الاستفادة من موقع المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة على شبكة الإنترنت www.swcc.gov.sa)



تلوث الماء هو : أي تغير في الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو الإحيائية للماء بحيث تجعله غير ملائم لاستخدام الإنسان أو حياة الأحياء فيه.

تدريب استكشافي (٦-٥) :

أي من التغيرات التالية تعد تلوثاً للماء؟ ولماذا؟

- ١- ارتفاع درجة حرارة الماء بضخ كميات من مياه المصانع الساخنة إليه
- ٢- ادخال بعض الهائمات البحرية في بيئة بحرية جديدة.
- ٣- حقن مياه الصرف الصحي إلى باطن الأرض.
- ٤- امتزاج تربة النهر بمياهه.

إن تلوث مياه الشرب بمواد وشوائب تجعله غير صالح للشرب أو للاستخدام، وبملاحظة أسباب ذلك يمكن القول بأن أخطر مسبب لهذا التلوث هو الإنسان، يليه العوامل الطبيعية كالفيضانات.

من مصادر تلوث المياه :

هناك مصادر كثيرة تسبب تلوث المياه، منها مايلي:

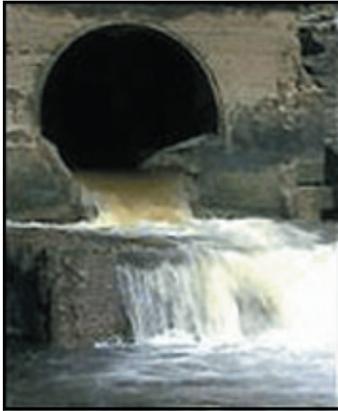
١- المستحضرات الكيميائية المستعملة في معالجة التربة والنباتات:

تستعمل بعض المواد الكيميائية في عمليات الزراعة كمبيدات للحشرات أو كأسمدة كيميائية، وقد يتسرب جزء منها إلى مياه الشرب فيلوثها، أو قد تنتقل سموها إلى الإنسان عن طريق تناول منتجات الحيوانات التي تشرب ماء ملوثاً.

٢- شبكات الصرف الصحي :

قد تتسرب بعض محتويات شبكات الصرف الصحي، إلى مياه الشرب

إن لم تكن معزولة بإحكام و في بعض المدن الساحلية تضخ مياه الصرف الصحي إلى مياه البحر مما يسبب آثاراً ضارة على البيئة البحرية والإنسان، شكل (٦-٢٦).



شكل (٦-٢٦):

تلوث المصادر المائية بمياه الصرف الصحي



٣- ناقلات النفط :

من أهم وأخطر مسببات تلوث مياه البحر إذ إنها بعد أن تفرغ حمولتها من النفط أو منتجاته في ميناء ما، تملأ خزاناتها بماء البحر لحفظ توازنها، وعند التعبئة بالنفط من جديد، تفرغ حمولتها من هذا الماء الملوث في البحر. ويقدر

أن ناقلات النفط تلقي حوالي ١٪ من حمولتها من النفط في شكل (٦-٢٧) : احتراق ناقلات النفط الضخمة يسبب تلوثاً هائلاً لماء البحر والهواء المحيط به البحر، وبهذا فإن ما يلقي في البحر يقرب من عشرين ألف طن من النفط ومشتقاته يومياً تقريباً. يضاف إلى ذلك النفايات الناتجة عن غسل البواخر، وما ينتج عن احتراق ناقلات النفط داخل البحر من تلوث ضخم للبيئة البحرية؛ شكل (٦-٢٧).

و ينتج عن غرق ناقلات النفط أو اصطدامها داخل البحر أنواع من التلوث للبيئة البحرية؛ شكل (٦-٢٨). ويكون النفط طبقة رقيقة فوق سطح الماء، حيث يغطي الطن الواحد من النفط مساحة قدرها ١٢٠٠ هكتار (حوالي ١٢ كيلو متراً مربعاً)؛ شكل (٦-٢٩).



شكل (٦-٢٩) : بقع الزيت المنسكب تغطي سطح ماء البحر



شكل (٦-٢٨) : غرق ناقلة يسبب تلوثاً للماء

٤- النفايات المشعة :

على الرغم من أن نفايات المواد المشعة لا تشكل كمية كبيرة مقارنة؛ بنفايات النفط، إلا أن ازدياد استخدام الطاقة النووية في السلم واستمرار التجارب على القنابل الذرية جعل من المهم التنبيه لهذا الخطر.



من آثار تلوث المياه :

أ- يعد الماء الملوث وسيطاً لنقل الأمراض ومن الأمراض الشائعة الانتشار بواسطة الماء أمراض الكوليرا والجدي والتيفوئيد، وتعزى ٥, ١٤ ٪ من وفيات الأطفال دون سن السادسة إلى أمراض تنقل عن طريق ماء الشرب الملوث.

ب- وتؤدي بعض الشوائب الملوثة للمياه إلى قتل الأسماك والنباتات البحرية لأن جزءاً كبيراً من الأكسجين المذاب في الماء، والضروري جداً لحياة النبات والحيوان يستهلك في أكسدة هذه الشوائب.

ولتفادي هذا الخطر عمدت الدول الساحلية إلى سن قوانين وعقد اتفاقيات دولية لمنع إلقاء النفايات بأنواعها في البحر، وعلى الرغم من أن هذه الاتفاقيات لا تنفذ بحذافيرها، إلا أنها تساهم إلى حد ما في تخفيف وطأة هذا الخطر.



معلومة إثرائية :

يشير أحد تقارير منظمة الصحة العالمية إلى ما يلي:

- يموت ثلاثون ألف شخص يومياً بسبب الأمراض المرتبطة بالماء.
 - ٤٠٠ مليون مصاب بالتهابات المعدة والأمعاء بسبب المياه غير الصحية.
 - ٢٠٠ مليون مصاب بالبلهارسيا من تناول مياه ملوثة.
- تأمل تلك الإحصائيات لتعرف أهمية العناية بنظافة الماء وسلامته من التلوث.

المحافظة على الماء :

يقف العالم بأسره أمام مشكلة ندرة المياه حيث ازدياد النمو السكاني، وتنوع الاحتياجات للمياه يقابل ذلك نقص في الموارد المائية من جهة، وعدم صلاحية موارد مائية أخرى بسبب تلوثها، ومن هنا كان التوجه نحو ترشيد استهلاك المياه أحد الحلول التي أثبتت نجاحها.

وتقف المملكة العربية السعودية أمام مشكلة حقيقية سببها ندرة الموارد المائية فيها دفعتها إلى اتخاذ خطوات جادة نحو ترشيد استهلاك المياه لدى الأفراد والمؤسسات.



شكل (٦-٣٠) :
الأدوات المرشدة لاستخدام الماء

لذا تبنت وزارة المياه والكهرباء السعودية حملة وطنية للتوعية بأهمية ترشيد استهلاك المياه، بدأ التخطيط له منذ العام ١٤٢٥ هـ، ووفرت أدوات تساعد على ترشيد الاستهلاك، شكل (٦-٣٠)، وتم توزيعها مجاناً على المنازل والمجمعات السكنية وفي غرة شهر رمضان المبارك من العام ١٤٢٦ هـ صدر المرسوم الملكي الكريم الذي وجه بتفعيل إجراءات ترشيد الاستهلاك على مستوى المؤسسات التجارية والحكومية.

نشاط بيئي



إذا علمت أن العالم مقبل على مشكلة ندرة المياه، والمملكة مقبلة على مشكلة كبيرة نتيجة شح مصادر المياه فيها فلا أنهار، ولا أمطار غزيرة متتابة، ولا بحيرات عذبة، ... كل ما هنالك: أمطار محدودة، آبار يتم استنزافها يوماً بعد يوم، مياه محلاة من البحار تعتمد على الطاقة الناضبة التي ربما يأتي لها يوم وتنتهي مصادرها المستخدمة، قم بما يلي لفهم حجم مشكلة ندرة الماء.

- ١- حدد النشاطات اليومية للفرد التي يحتاج فيها إلى الماء، قدر الحجم الكافي من الماء لكل نشاط، ثم استنتج الحاجة اليومية من الماء لكل فرد، ثم احسبها لكل سكان المملكة.
- ٢- قارن بين المقترح الذي قدمته لاستخدامات الماء، والواقع اليومي لك ولأفراد عائلتك ولن تشاهده من زملائك في المدرسة والمسجد، وقدر احتياجات الفرد اليومية من الماء من خلال مشاهداتك، ثم قدر إجمالي احتياجات سكان المملكة، إلى أي مدى تتقارب النتائج في الخطوتين (١، ٢)؛ مع التعليق على أية فروقات تلاحظها.



واقعة تأمل :

منذ أن جاء الإسلام جعل سلوك الاقتصاد والترشيد في الاستهلاك صفة مأمورا بها يثاب من التزم بها، ويخشى على من خالفها من العقوبة والإثم.

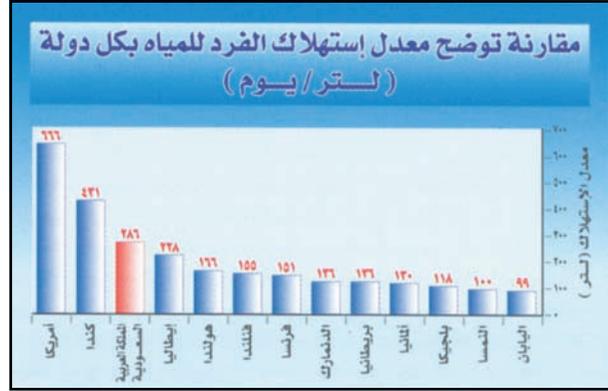
قال الله تعالى ﴿يَبْقَىٰ آدَمُ خُذُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿٣١﴾ سورة الأعراف وقال تعالى ﴿وَأَتِ ذَا الْقُرْبَىٰ حَقَّهُ وَالْمِسْكِينَ وَابْنَ السَّبِيلِ وَلَا يَبْذُرْ تَبْذِيرًا ﴿٣٦﴾ إِنَّ الْمُبْذِرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا ﴿٣٧﴾ سورة الإسراء

ولقد حث النبي ﷺ على الاقتصاد في استخدام الماء وعدم الإسراف، وفي الحديث أنه ﷺ مر بسعد وهو يتوضأ فقال ﷺ : (ما هذا السرف؟) فقال سعد : أفي الوضوء إسراف؟ فقال ﷺ : (نعم وإن كنت على نهر جار) رواه ابن ماجه.

وعلى الرغم من تلك النصوص الداعية إلى الاقتصاد في استخدام الموارد وعدم الإسراف فيها إلا أن المؤسف أن معدل استهلاك الفرد للماء في المملكة العربية السعودية من أعلى المعدلات حسب ما نشرته وزارة المياه والكهرباء في إطار حملة التوعية والترشيد الوطنية (عام ١٤٢٥ هـ)، كما يتضح من الشكل (٦-٣١)، كما أن ما يدفعه الفرد مقابل الماء أقل التكاليف في العالم؛ شكل (٦-٣٢).



شكل (٦-٣٢) : يدفع المستهلك للمياه في المملكة أقل قيمة مقارنة بما يدفعه أي مستهلك في العالم



شكل (٦-٣١) : برغم ندرة المصادر المتوفرة للمياه في المملكة إلا أن استهلاك الفرد يعتبر ضمن أعلى النسب العالمية

فهل أن الأوان لتغيير طريقة تعاملنا مع الماء؟ وهل فكرنا في احتياجات إخواننا الذين سيأتون من بعدنا ويعيشون على أرضنا؟.



تصور أنك كنت في بركة وليس لديك من الماء إلا الشيء القليل ، كيف سيكون استخدامك له ، دعنا نجري النشاط التالي لنمارس أدوات وأساليب علمية للمحافظة على الماء.

نشاط بيئي



مشكلة تحتاج إلى حل :

في هذا النشاط ناقش مشكلة جماعية لا تتعلق بفرد واحد في المجتمع ولذا يقترح تنفيذه في ورشة عمل داخل الفصل ينقسم فيها الطلاب إلى مجموعات صغيرة (٣-٥ طلاب في كل مجموعة) تعمل بالتوازي في تنفيذ مهام هذا النشاط : أولاً : خرجت في نزهة بركة في فترة الصيف مع زملائك في الفصل (شارك في الرحلة ٢٠ شخصاً ما بين طالب ومعلم) ، وستمكثون لمدة أربع وعشرين ساعة في ذلك المكان ، الذي يتصف بعدم وجود مصادر قريبة للماء ، وبعد وصولكم المكان تبين أن عبوات الماء التي بحوزتكم قد انسكب محتواها من الماء ، ولم يتبق سوى عبوة واحدة حجمها ٥٠ لتراً ، ولديكم عدد من المهام خلال هذا اليوم ؛ ليس العودة على أعقابكم أحدها ؛ إذ لا بد لكم من إكمال الرحلة وتحقيق أهدافها ، تلك المهام هي :

- خمس صلوات تحتاج إلى الوضوء .
 - ثلاث وجبات تحتاج إلى الماء : وجبة الإفطار تتضمن صنع الشاي .
 - مكافحة الظمأ تحتاج إلى الماء .
 - تنظيف الأواني بعد الانتهاء من كل وجبة ، وتنظيف الأيدي قبل وبعد كل وجبة حفاظاً على صحة الجميع .
 - أعمال أخرى تحتاج إلى الماء ؛ يمكنك توقعها !! .
- وتم تكليفك بوضع ميزانية الماء في الرحلة ، فكر كيف تصل بالجميع إلى إتمام رحلة ممتعة لم يتسبب نقص الماء في تنغيص المتعة والفائدة خلال برنامجها .

١- ابحث حلولاً لتلك المشكلة، ويمكنك التفكير بتصميم جدول أو بطاقات صرف أو أي إجراء يساعد على تحقيق الهدف .

٢- ناقش زملاءك فيما تقدموا به ، واستفد من الجوانب الإيجابية في حلولهم لتلك المشكلة لتطور حلولك المقترحة .



سؤال للتفكير



شكل (٦-٣٣) :

شعار حملة التوعية والترشيد الوطنية

١- ما دلالات الشعار الحالي لحملة التوعية والترشيد الوطنية،

شكل (٦-٣٣) ؟

٢- لو طلبت منك وزارة المياه والكهرباء شعار جديد لحملة

ترشيد استهلاك المياه في مدينتك، فما الشعار الذي ستقترحه؟

(لاحظ أن يحتوي الشعار على رسم مثير للاهتمام وجملة

توعوية).

نشاط بيئي



في مجموعة من زملائك : اجمع القرارات التي اتخذها خادم الحرمين الشريفين

الملك عبد الله بن عبد العزيز حفظه الله في مجال ترشيد استهلاك المياه، ثم اكتب بحثاً تحدد فيه مايلي :

١- أبرز الملامح والتوجهات التي تضمنتها الأوامر الملكية الكريمة.

٢- مدى عناية المملكة العربية السعودية بالمحافظة على الماء.

٣- بعض المقترحات التي تساعد على ترشيد استهلاك الماء والمحافظة عليه في مدرستك ومنزلك.

٤- قدم نتائجك إلى معلمك وناقشها مع زملائك.

٥- قم بالتعاون مع مجموعتك بإعداد لوحة متكاملة أو صمم برنامجاً حاسوبياً لعرض خلاصة ما

توصلت إليه من معلومات وصور ومقترحات حول الترشيد أو انشرها في إذاعة المدرسة أو في

معرض مدرسي يتم تصميمه في إطار حملة لترشيد الاستهلاك.

٦- خطط بالتعاون مع زملائك في المجموعات الأخرى لإقامة حملة مدرسية ومعرض عن ترشيد

استهلاك المياه وطرق المحافظة عليها، واقترح شعاراً مناسباً لتلك الحملة.



أسئلة وتمارين

(١-٦) : أكمل الفراغ في العبارات التالية :

- (أ) الشكل الهندسي لجزيء الماء
- (ب) مقدار الزاوية في جزيء الماء تكون..... ويرجع سبب نقصان قيمة الزاوية عن المقدار المتوقع نظرياً إلى
- (ج) عسر الماء هو.....
- ويرجع السبب إلى وجود أملاح و
- وعسر الماء نوعان هما و

(٢-٦) : قارن بين ما يلي :

- (أ) الماء العذب والماء الأجاج وماء البحر من حيث نسبة الأملاح في كل منها .
- (ب) التقطير الومضي والتقطير العادي .

(٣-٦) : ناقش العبارة التالية بأسلوب علمي .. (البحار تربة سائلة)

(٤-٦) : علل ما يلي :

- (أ) يجب إضافة قليل من حمض الكبريت أو أي حمض آخر إلى الماء عند تحليل الماء كهربائياً .
- (ب) درجة غليان الماء أعلى من درجة غليان هيدريدات نفس مجموعة الأكسجين في الجدول الدوري .
- (ج) لا تتم عملية تعقيم المياه لأغراض الشرب إلا بعد التأكد من ارتفاع درجة شفافيتها .



(٦-٥): اكتب تقريراً مختصراً عن تلوث الماء والآثار المترتبة عليه؟

(٦-٦): لديك أربع عينات مياه من مصادر مختلفة، حدد نوع الماء في كل عينة بناءً على تراكيز الأملاح في كل منها كما يبينه الجدول التالي :

| العينة | تركيز الأملاح |
|--------|---------------------|
| ١ | ٩٠٠ جزء في المليون |
| ٢ | صفر جزء في المليون |
| ٣ | ٢٥٠٠ جزء في المليون |
| ٤ | ١٢٠٠ جزء في المليون |

(٦-٧): ما دور الكيمياء في تسخير الماء لخدمة الإنسان؟

(٦-٨): اقترح طرقاً يمكن أن تقوم بها ويقوم بها الآخرون للمحافظة على الماء وترشيد استخدامه.

(٦-٩): لو كنت تعمل في هيئة المراقبة البيئية؛ ما الأثر البيئي على البيئة المائية لكل من التغيرات الآتية؟ وما الحلول التي ستقترحها:

- أ- نقص شفافية ماء البحر بسبب تدفق مياه الصرف الصحي إليه.
- ب- ضخ مياه التبريد الصناعي التي درجة حرارتها ٧٠ م إلى بحيرة مجاورة.
- ج- ارتفاع درجة حموضة البحر إلى مقدار : $\text{pH} = 3$.

(٦-١٠): ارسم مخططاً تجمع فيه المفاهيم الأساسية التي تعلمتها في هذا الفصل حول الماء وأنواعه واستخداماته وخصائصه.

أهداف الفصل

- ١- تعدد أنواع المحاليل .
- ٢- تقارن بين المحاليل من حيث التجانس .
- ٣- توضح أنواع المحاليل من حيث حالة المذيب .
- ٤- تصف عملية الذوبان .
- ٥- تشرح أثر درجة الحرارة على ذوبان المادة الصلبة في السوائل .
- ٦- ترسم منحني الذائبية وتستننتج مقدار ذائبية المادة الصلبة في السائل عند درجة حرارة معينة.
- ٧- تشرح العوامل المؤثرة على ذائبية الغازات في السوائل .
- ٨- تبين أنواع المحاليل من حيث درجة التشبع .
- ٩- تميز بين طرق التعبير عن تركيز المحاليل :النسبة المئوية الكتلية للمذاب، الجزيئية الكتلية (المولالية)، الجزيئية الحجمية (المولارية) .
- ١٠- تجري حسابات التركيز ذات العلاقة بالطرق المختلفة للتعبير عن تركيز المحاليل وتخفيفها.
- ١١- تجري تجارب عملية على تركيز المحاليل .

المحاليل





الشكل (٧-١)

يقول الله تعالى في محكم التنزيل ﴿ وَفِي أَنْفُسِكُمْ أَفَلَا تُبْصِرُونَ ﴾ سورة الذاريات وما جسم الإنسان إلا وسط يتم فيه بقدره الله عز و جل جميع التفاعلات الحيوكيميائية التي يستفيد منها الجسم في التغذية و النمو و غيرها، إن الدم الموجود في أجسامنا، والهواء الجوي المخلوط من الغازات، وما سخره الله لنا من المواد المستخدمة في الخدمات الطبية كالمغذيات و الأدوية و المضادات الحيوية وغيرها، أو المستخدمة في بعض الصناعات كالمنظفات الصناعية والعطور والدهانات وسبائك الذهب والسبائك التي يصنع منها هياكل الطائرات وغيرها، كل ما سبق يمكن أن نطلق عليه محاليل.

فمن البديهي أن نتعرف على المحلول، ومكوناته، وما هي خواصه ؟ وهذا ما سوف ندرسه في هذا الفصل - بإذن الله تعالى -.



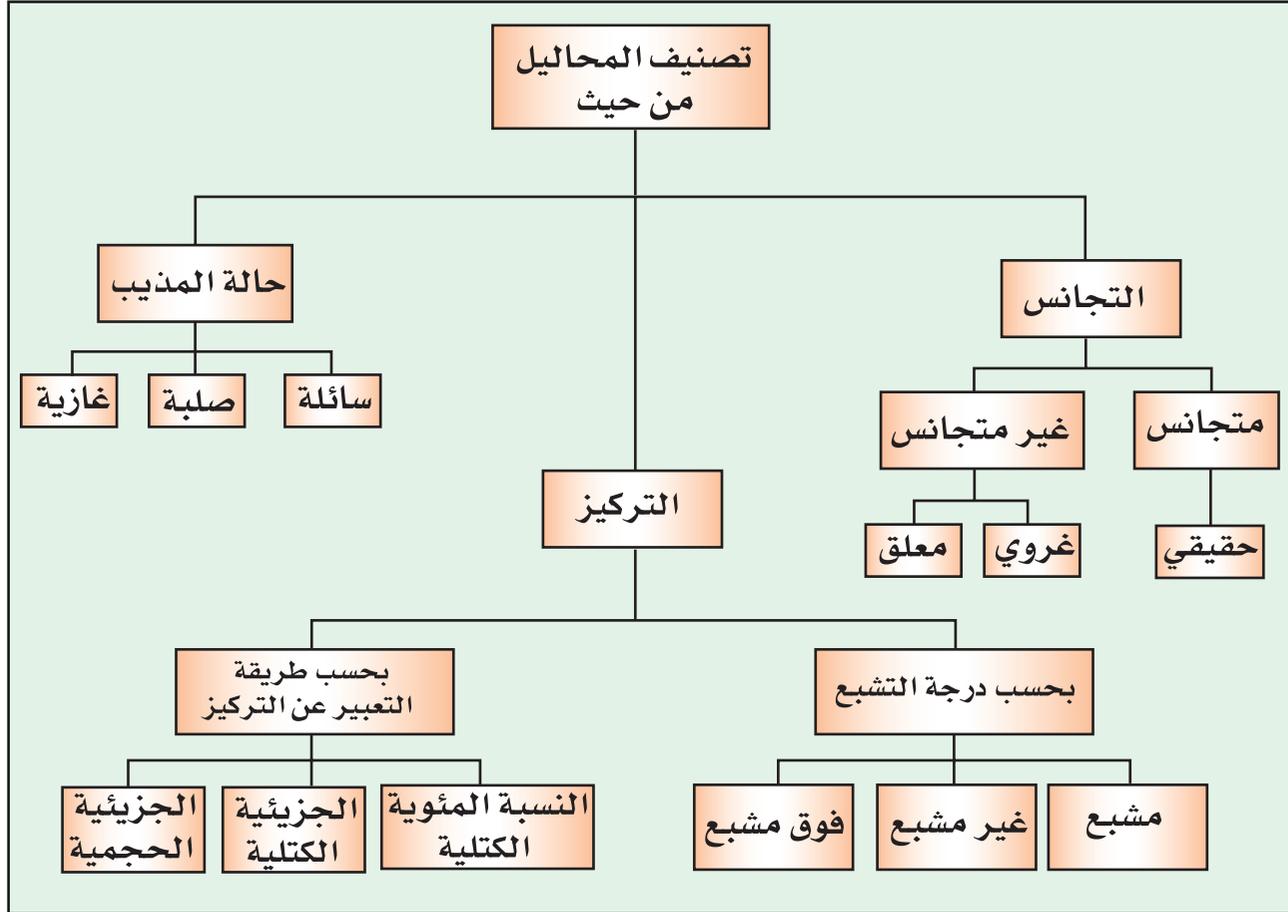
الشكل (٧-٢)

فالمحلول : مادة تتكون من المذيب (الأكثر كمية) و المذاب (الأقل كمية)

$$\begin{array}{l} \text{المحلول} = \text{مذيب} + \text{مذاب} \\ \text{Solution} = \text{Solvent} + \text{Solute} \end{array}$$



تنقسم المحاليل إلى ثلاثة أقسام، كما يتضح في المخطط التالي :





أولاً : أنواع المحاليل من حيث التجانس

نشاط عملي استكشافي (٧-١)



الخطوات

أولاً : أذب ملعقة من السكر أو نصف جرام من كبريتات النحاس (II) في كمية من الماء .

* هل يمكنك رؤية دقائق السكر أو دقائق كبريتات النحاس (II) المذابة في الماء بالعين المجردة أو المجهر ؟

* هل يمكن تمييز بلورات المذاب عن المذيب ؟

* هل تفصل الدقائق عن المحلول عند تركه فترة من الزمن ؟

ثانياً : ضع كمية من مسحوق الطباشير في كمية من الماء ورج المزيج جيداً .

* هل تحصل على محلول رائق ومتجانس ؟

* هل يمكنك رؤية دقائق مسحوق الطباشير ؟

* هل تفصل الدقائق عن المحلول عند تركه فترة من الزمن ؟

ثالثاً : ١- حضر محلولاً من ثيوكبريتات الصوديوم بإذابة ملعقتين منه إلى ٢٠٠ مل من الماء المقطر، وأذبها جيداً .

٢- ضع ٥٠ مل من محلول ثيوكبريتات الصوديوم في كأس سعة ١٠٠ مل

٣- أضف (بحذر) ٥ مل من حمض الكلور المخفف إلى المحلول الناتج في الخطوة رقم ٢، حرك جيداً، ماذا تلاحظ ؟

* هل ترى السائل رائقاً ومتجانساً ؟

* هل تفصل الدقائق عن المحلول عند تركه فترة من الزمن ؟

المواد والأدوات

- سكر

- طباشير (كربونات

الكالسيوم

- كبريتات النحاس (II) .

- ثيوكبريتات الصوديوم

- حمض الكلور (مخفف)

- ماء مقطر

- ملعقة

- دورق

- كأس زجاجي .

من خلال الملاحظات التي رصدها في النشاط (٧-١) يمكنك التمييز بين أنواع المحاليل الثلاثة وهي :

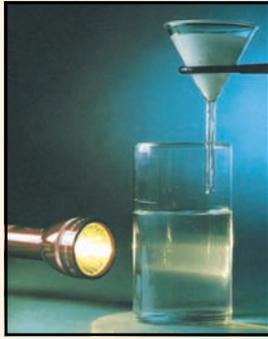
١- المحلول الحقيقي Real solution :

وهو محلول متجانس التركيب و الخواص من مادتين أو أكثر غير متحدتين كيميائياً (كما في حالة محلول السكر) .



معلومة إثرائية :

تتميز المحاليل الغروية بكبر الدقائق المذابة إلى درجة أنها تشتت الضوء، وهذا التشتت للضوء يعرف باسم : ظاهرة تندال.



٢- المحلول المعلق Suspension Solution :

وهو محلول غير متجانس التركيب و الخواص ويمكن فصله بالترويق وجزئياته ترى بالعين المجردة (كما في حالة محلول الطباشير).

٣- المحلول الغروي Colloid Solution :

وهو محلول غير متجانس التركيب و الخواص وجزئياته لا ترى بالعين المجردة و نحتاج إلى المجهر لمشاهدة جزئياته (كما في حالة محلول ثيو كبريتات الصوديوم وحمض الكلور).

ثانياً : أنواع المحاليل من حيث حالة المذيب

بعد أن تعرفنا على مكونات المحلول نجد أن هذه المحاليل تنقسم إلى ثلاثة أقسام من حيث حالة المذيب (غازية - سائلة - صلبة) كما في الجدول (٧-١) :

| المحاليل | المذاب | المذيب | مثال |
|----------|--------|--------|--|
| الغازية | غاز | غاز | الأكسجين في الهواء - الهواء الجوي |
| | سائل | غاز | بخار الماء في الهواء |
| | صلب | غاز | دقائق الغبار في الهواء |
| السائلة | غاز | سائل | ثاني أكسيد الكربون في الماء - المياه الغازية |
| | سائل | سائل | الأسيتون في الماء - البنزين في الإيثر |
| | صلب | سائل | ملح الطعام في الماء - السكر في الماء |
| الصلبة | غاز | صلب | الهيدروجين في البلاطين |
| | سائل | صلب | الزئبق في الفضة - الهلاميات |
| | صلب | صلب | جميع أنواع السبائك - الأحجار الكريمة الملونة |

جدول (٧-١)



إن المحاليل السائلة هي الأكثر تداولاً في المختبرات الكيميائية والطبية، أما المحاليل الغازية فهي الأكثر شيوعاً في طبقات الجو ويمتاز هذا النوع من المحاليل (الغازية) بأنها تذوب في بعضها في أية درجة حرارة وتكون محاليل متجانسة بشرط ألا تتفاعل مع بعضها، وهذه صفة فريدة لمحاليل الغازات في الغازات .



تدريب (٧-١) :

صنف المحاليل التالية من حيث حالة المذيب و المذاب (حمض الخل في الماء، الهيدروجين في البلاديوم، قطع النقود الفضية، محلول الزئبق في الخارصين، الغيوم، الدخان).

محاليل السوائل :

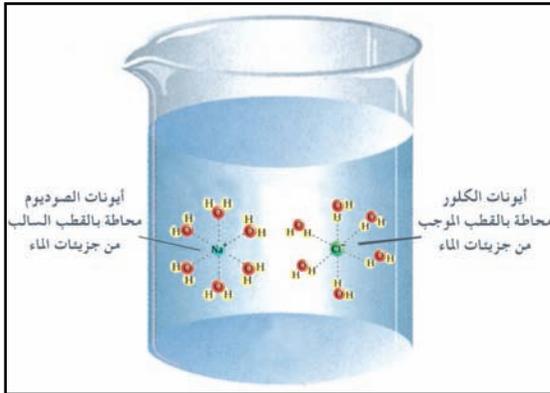
تعد المحاليل السائلة و التي يكون فيها المذيب سائلا من أكثر أنواع المحاليل أهمية، وسوف نتعرض إليها بشيء من التفصيل إن شاء الله تعالى .

كيف تتم عملية الذوبان ؟

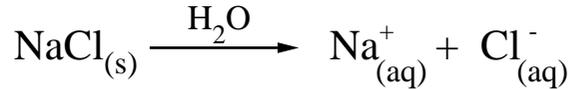
لماذا يذوب السكر وملح الطعام في الماء، بينما يبقى مسحوق الطباشير عالقا في الماء؟

ولماذا تذوب مادة معينة في مذيب معين بينما لا تذوب في مذيب آخر؟

إن ملح كلوريد الصوديوم يتفكك في الماء إلى أيونات الصوديوم الموجبة Na^+ وأيونات الكلور السالبة Cl^-



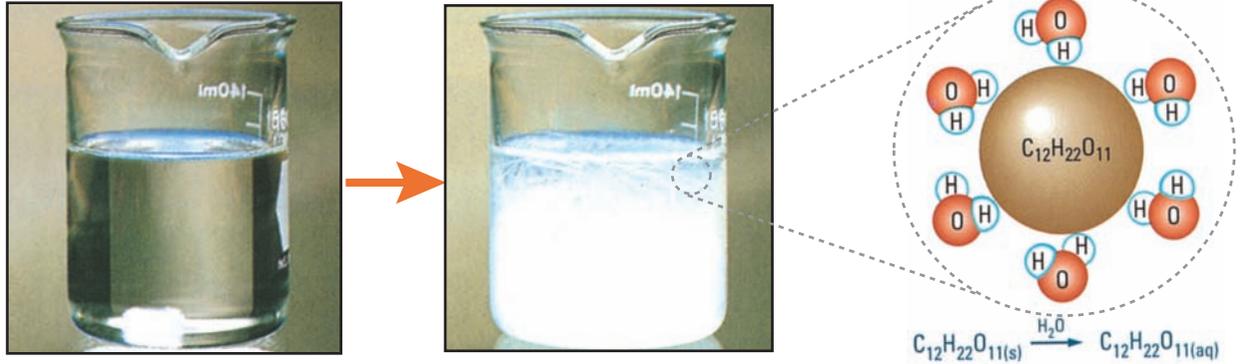
شكل (٧-٣)



فتحيط جزيئات الماء بالأيون الموجب Na^+ من ناحية الأكسجين السالب وتحيط بالأيون السالب Cl^- من ناحية الهيدروجين الموجب، وبالتالي تعزل الأيونات الموجبة عن الأيونات السالبة وتمنعها من اتحادها ثانية وعندها تنخفض الطاقة الوضعية للمحلول فتتم عملية الإذابة؛ شكل (٧-٣).

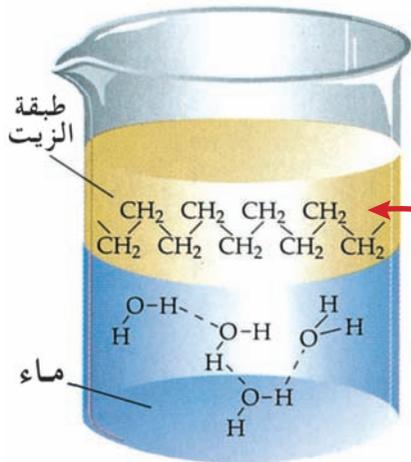


أما السكر فإنه وإن كان لا يتفكك في الماء إلى أيونات؛ إلا أن وجود مجموعات الهيدروكسيل القطبية يسهل من إحاطتها بجزيئات الماء لتتكون روابط هيدروجينية، وتنخفض الطاقة الوضعية، ومن ثم تتم عملية الإذابة .



شكل (٧-٤): إحاطة جزيئات الماء بجزيئات السكر خلال عملية الإذابة

وعادة نجد أن المركبات القطبية تذوب في الماء القطبي .



شكل (٧-٥):

جزيئات الزيت غير القطبية لا تذوب في الماء القطبي وإنما تطفو على سطحه

أما في حالة (الزيت والماء) فلا نلاحظ حدوث عملية الذوبان لأن طاقة التجاذب بين جزيئات الماء والزيت أقل بكثير من طاقة التجاذب بين جزيئات الزيت مع بعضها. وبالنظر إلى جزيئات الزيت نجد أنها جزيئات غير قطبية مما يمنع حدوث تجاذب كهربائي قطبي بينها وبين جزيئات الماء القطبية، شكل (٧-٥).

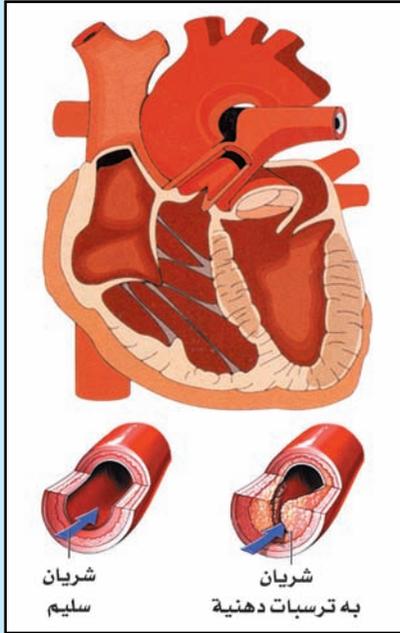


سؤال للتفكير

هل تتوقع أن يذوب الزيت في البنزين، ولماذا؟



تحتوي بعض الدهون التي نتناولها في غذائنا على الكوليسترول وعلى الرغم من أن الكوليسترول منه ما هو مهم للجسم إلا نوعاً منها يتسبب في حدوث بعض الأمراض المتعلقة بالقلب وتصلب الشرايين عندما يزيد عن حاجة الجسم. ويرجع السبب في ذلك إلى عدة أمور منها :



شكل (٧-٦): القلب أكثر الأعضاء عرضة للأمراض بسبب ترسب الدهون

عدم قابلية الكوليسترول للذوبان في الماء بسبب ضعف قطبية الكوليسترول، ومن هنا يترسب في المناطق الضيقة من الشرايين وعند الانحناءات مسببة ارتفاع ضغط الدم وربما أدى ذلك إلى تصلب الشرايين.

إن هذا يقودنا إلى أهمية اتخاذ عادات غذائية صحية تساعدنا على اتباع أنظمة غذائية منخفضة الدهون الحاوية على الكوليسترول للمحافظة على صحة القلب والشرايين والوقاية من الإصابة بأمراض ضغط الدم خاصة عند الأشخاص الذين تثبت الفحوصات أن لدى أجسامهم استعداداً لتلك الأمراض.

بناءً على ما تقدم يمكننا استنتاج العوامل التي تؤثر على عملية الإذابة وهي :

- ١- طبيعة المذاب و المذيب و القاعدة الشهيرة (المذيبات تذيب أشباهها) Likes Dissolve Likes
- ٢- التغير في الطاقة .

ويوجد عامل آخر وهو الضغط و يخص المواد الغازية و سوف ندرسه لاحقاً .



سؤال للتفكير

عند إضافة كمية من ملح كلوريد الفضة إلى كمية من الماء فإننا لا نسميه محلولاً، لماذا؟



١- محاليل المواد الصلبة في السوائل

وهي أكثر أنواع المحاليل السائلة شيوعاً واستعمالاً في المختبرات ومن أمثلتها محاليل السكر و الأملاح في الماء، ويعد الماء من أهم السوائل (المذيبات) في حياتنا اليومية .
وذائبة أي مادة صلبة تعني : أقصى مقدار من المادة الصلبة التي يمكن أن تذوب في ١٠٠ جرام من الماء عند درجة حرارة معينة.

أ- تأثير طبيعة المذاب و المذيب على ذوبان المواد الصلبة في السوائل

تأمل الجدول (٧-٢) الذي يوضح كمية الملح (المذاب) في ١٠٠ جم من الماء لمادتي: نترات الأمونيوم وكلوريد الزئبق الثنائي.

| المذاب | الذائبة في الماء (جم من المذاب في ١٠٠ جم من المذيب) | الذائبة في الغول الإيثيلي (جم من المذاب في ١٠٠ جم من المذيب) |
|---------------------------------|--|---|
| نترات الأمونيوم NH_4NO_3 | ١٩٢ | ٣,٨ |
| كلوريد الزئبق (II) $HgCl_2(II)$ | ٦,٥ | ٤٧,٦ |

جدول (٧-٢)

يلاحظ من خلال الجدول (٧-٢) تأثير طبيعة المذاب على الذائبة في الماء، فنترات الأمونيوم مركب أيوني لذا تزداد ذائبيته في الماء، بينما كلوريد الزئبق (II) مركب تساهمي ضعيف القطبية؛ مما يقلل ذائبيته في الماء.

ومن الجدول نفسه يمكننا ملاحظة تأثير المذيب أيضاً على عملية الإذابة، فالغول الإيثيلي مركب أقل قطبية من الماء؛ لذا يستطيع إذابة كمية أكبر من كلوريد الزئبق (II) كما أن نترات الأمونيوم تقل ذائبيتها (٣,٨ جم في ١٠٠ جم من الغول الإيثيلي) بسبب قلة قطبية الغول .



نشاط عملي (٧-٢)

أثر طبيعة المذيب :



الخطوات

- ١- خذ ثلاثة أنابيب اختبار نظيفة وجافة وضع في كل منها ملعقة من السكر .
- ٢- أضف إلى الأنبوب الأول ٥ مللترات من الماء، وإلى الثاني ٥ مللترات من الغول الإيثيلي، وإلى الثالث ٥ مللترات من البنزين العطري، رج الأنابيب جيدا، دون ملاحظتك بدقة.
- ٤- كرر التجربة بإذابة مواد أخرى مثل (كلوريد الكالسيوم، اليود الصلب، السمن النباتي) في كل من المذيبات الثلاثة.
- ٥- سجل نتائجك حول الذائبية في الجدول (٧-٣):

المواد والأدوات

أنابيب وماسك وحامل أنابيب، ماء مقطر، كلوريد الكالسيوم، يود صلب، سمن نباتي، غول إيثيلي، سكر، بنزين عطري.

| المذيب | المذاب | السكر | كلوريد الكالسيوم | اليود | السمن النباتي |
|--------|----------------|-------|------------------|-------|---------------|
| | الماء | | | | |
| | الغول الإيثيلي | | | | |
| | البنزين العطري | | | | |

جدول (٧-٣)

معلومة إثرائية :



شكل (٧-٧)

يحتاج جسم الإنسان إلى تناول الأطعمة التي تحتوي على الفيتامينات يوميا مثل فيتامين (ب)، (ج) وهذه الفيتامينات تذوب في الماء وهي غير قابلة للتخزين في الجسم مدة طويلة بينما فيتامينات (أ)، (د) تذوب في المذيبات غير القطبية مثل الأنسجة الدهنية في الجسم ويلاحظ أنها تخزن لفترات أطول، ونتيجة زيادة تخزين هذه الفيتامينات لفترة أطول يجعل تأثيرها سلبي وضار على الجسم عندما تكون كمياتها أكبر من الحاجة .



ب - تأثير درجة الحرارة على ذوبان المواد الصلبة في السوائل

هل عملية ذوبان مادة صلبة في سائل تمتص حرارة أم تنتج حرارة؟
قم بالنشاط التالي لاستكشاف ذلك:

هل يصاحب الذوبان تغيرات حرارية؟

نشاط عملي (٧-٣)



الخطوات

- ١- ضع ٥٠ مللتر من الماء المقطر في كأسين زجاجيتين ورقمهما (١، ٢).
- ٢- قم بقياس درجة حرارة الماء المقطر بميزان الحرارة في كل منهما.
- ٣- أضف ملعقة من ملح كلوريد الأمونيوم في الكأس الأولى.
- ٤- قلب المحلول حتى تتم عملية الذوبان.
- ٥- قس درجة حرارة المحلول بواسطة الميزان الحراري ثم سجل مشاهداتك.
- ٦- أضف ملعقة من هيدروكسيد الصوديوم في الكأس الثانية.
- ٧- قلب المحلول حتى تتم عملية الذوبان.
- ٨- قس درجة حرارة المحلول بواسطة ميزان الحرارة، ثم سجل مشاهداتك.

المواد والأدوات

- أنابيب اختبار
- ملعقة
- ميزان حرارة (ترمومتر)
- كأس زجاجي
- هيدروكسيد الصوديوم
- كلوريد الأمونيوم
- ماء مقطر

لقد لاحظت أن عملية إذابة مادة صلبة قد ترفع درجة حرارة المحلول (إذابة طاردة للحرارة) وقد تخفض درجة حرارة المحلول (إذابة ماصة للحرارة).



البحث العلمي :

يقوم علم الكيمياء بدور كبير في توظيف المفاهيم العلمية والمشاهدات العملية في خدمة الإنسان، ولقد استطاع الكيميائيون الاستفادة من كون بعض عمليات الذوبان يصاحبها امتصاص أو إطلاق كمية من الحرارة في العديد من المجالات الحيوية.
ارجع إلى المصادر المتوفرة لديك وابحث عن أربعة تطبيقات حول هذا الموضوع ودعم بحثك ببعض الصور الموضحة لتلك التطبيقات.



نشاط عملي (٧-٤)

تحديد ذائبية بعض المواد الصلبة في الماء



الخطوات

- ١- اطحن ١٥ جم من كلوريد الصوديوم في هاون نظيف حتى يصبح المحلول ناعماً .
- ٢- ضع مسحوق الملح في إناء مخروطي سعته ٢٥٠ مللترًا وأضف إليه ٢٥٠ مللترًا من الماء المقطر أغلق الوعاء بسدادة نظيفة من الفلين ورجه جيدا .
- ٣- ارفع السدادة وأمسك الوعاء من الجزء الأعلى وسخنه على نار هادئة حتى يدفأ .
- ٤- سده مرة أخرى ورجه جيدا حتى يبرد ليصبح بدرجة حرارة الغرفة .
- ٥- جهز حماما من الماء المغلي في كأس سعته ٤٠٠ مللترًا (يستعمل فيما بعد).
- ٦- غط وعاء التبخير النظيف (قطره ١٠ سم) بزجاجة ساعة و أوجد كتلتهمما لأقرب ١٠ , ٠ جم ، وسجل الكتلة في جدول (٧-٤).
- ٧- قس درجة حرارة المحلول ودونها .
- ٨- رشح المحلول بواسطة قمع وورقة ترشيح جافين، ثم اجمع الراشح في وعاء التبخير .
- ٩- غط وعاء التبخير و محتوياته بزجاجة ساعة ثم أوجد الكتلة الكلية (وقم بتدوينها).
- ١٠- اكشف وعاء التبخير و ضعه على حلقة حديدية مثبتة بقاعدة حديدية و غطه بزجاجة الساعة ثم سخنه تسخيناً هيناً بحيث لا يلمس طرف اللهب قعر الوعاء .
- ١١- برد الوعاء والملح إلى درجة حرارة الغرفة أوجد كتلة الوعاء و محتوياته وغطاءه (دون الكتلة) .
- ١٢- كرر النشاط باستخدام السكر و نترات البوتاسيوم.

المواد والأدوات

- كلوريد صوديوم
- سكر
- نترات بوتاسيوم
- ماء مقطر
- لهب بنزن
- هاون
- دورق مخروطي
- سدادة من الفلين
- حمام مائي مغلي
- دورق حجمي سعته ٤٠٠ مل
- زجاجة ساعة
- ترمومتر

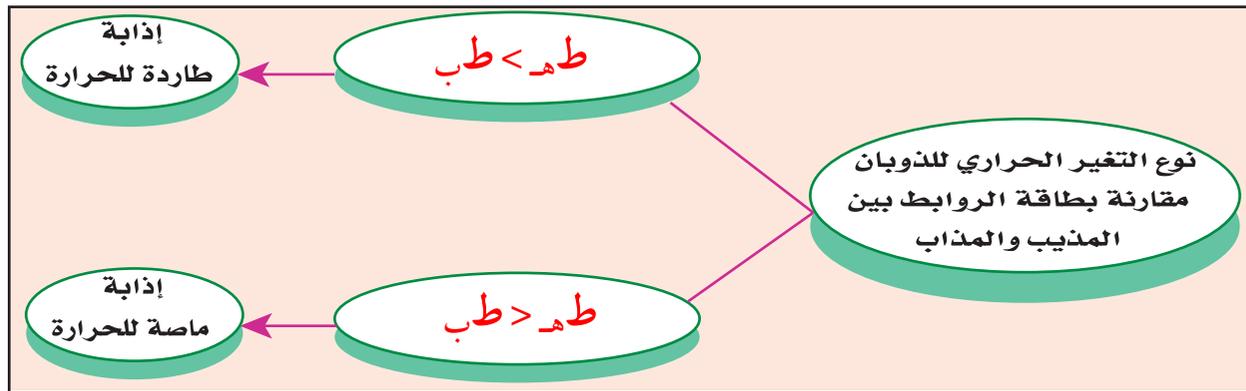


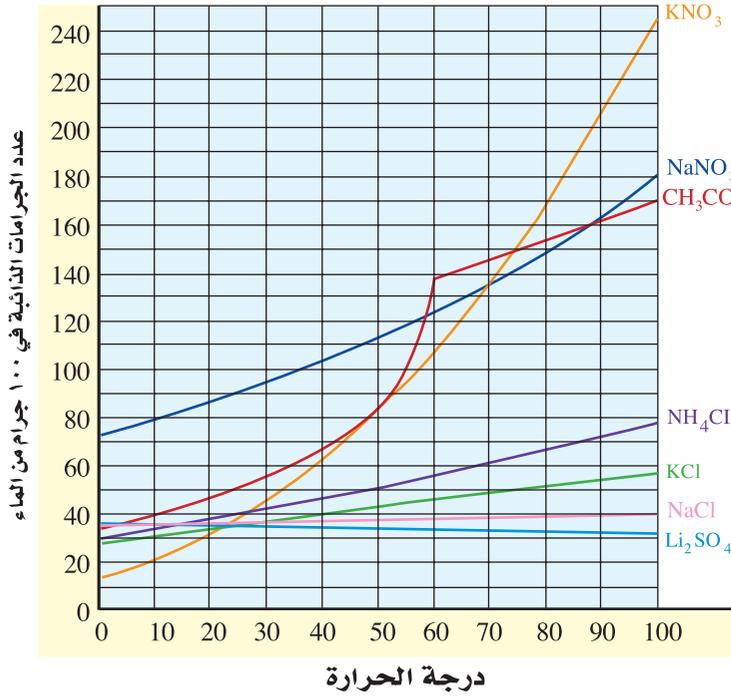
الفصل السابع : المحاليل

| البيان | كلوريد الصوديوم | نترات البوتاسيوم |
|-------------------------------------|-----------------|------------------|
| كتلة الوعاء فارغاً + زجاجة الساعة | | |
| درجة حرارة المحلول | | |
| كتلة الماء + المحلول + زجاجة الساعة | | |
| كتلة المحلول المستعمل | | |
| كتلة الوعاء + الملح + زجاجة الساعة | | |
| كتلة الماء في المحلول | | |
| كتلة المذاب في المحلول | | |
| ذائبية المذاب في ١٠٠ جم من الماء | | |

جدول (٤-٧) نتائج النشاط العملي (٤-٧)

باعتبار أن طاقة فصل الروابط بين (المذاب والمذاب) تسمى طاقة الترتيب البلوري (ط_ب)، وطاقة تكوين الروابط بين (المذاب والمذيب) تسمى طاقة التمييه (ط_م)، فإنه يمكن تفسير ذلك كما يلي:
يكون الذوبان سهلاً جداً عندما يكون $ط_م < ط_ب$ وينتج عندئذ طاقة؛ بينما في حالة $ط_م > ط_ب$ ، فإنه يمتص طاقة وربما يكون الذوبان صعباً ما لم نساعدته بمؤثرات خارجية مثل التسخين .





لقد تمكن الكيميائيون من تمثيل العلاقة بين كمية الماء والمادة الصلبة المذابة فيه ودرجة الحرارة بطريقة بيانية فيما يعرف بـ: **منحنى الذائبية**، والشكل (٧-٨) يوضح منحنى الذائبية لعدد من الأملاح المعروفة.

شكل (٧-٨): منحنى الذائبية لبعض المواد

مثال ٧-١ :



من خلال شكل (٧-٨)، كم جراما من نترات البوتاسيوم KNO_3 يذوب في ١٠٠ جرام من الماء عند: أ- ٢٠ م ، ب- ٦٠ م ، وما العلاقة بين الذائبية ودرجة الحرارة؟

من خلال منحنى الذائبية يتضح ما يلي :

الحل

| درجة الحرارة | كتلة نترات البوتاسيوم |
|--------------|-----------------------|
| ٢٠ | ٣٢ |
| ٦٠ | ١٠٧ |

وبما أن كتلة الملح المذابة تزيد بازدياد درجة الحرارة (العلاقة طردية) فإن التفاعل ماص للحرارة.

تدريب (٧-٢) :



إذا كان محلول من كلوريد البوتاسيوم تكون بإذابة ٥٠ جم من ملح كلوريد البوتاسيوم في ١٠٠ جم من الماء عند ٨٠ م، فكم كتلة الملح المترسبة عند تبريد المحلول حتى ١٠ م؟



مثال ٧-٢ :



بالرجوع إلى منحنى الذائبية شكل (٧-٨)؛ حدد درجة الحرارة التي يذوب عندها كل من نترات البوتاسيوم ونترات الصوديوم بمقدار (١٣٣ جم في ١٠٠ جم من الماء تقريباً).
وكم تكون كتلة كل من الملحّين عند درجة (٥ م°)، وأي من الملحّين يترسب أولاً عند خلط المحلولين معاً؟

الحل

نلاحظ من خلال منحنى الذائبية في الجدول السابق ما يلي:

١- تذوب كتلة KNO_3 و $NaNO_3$ مقدارها ١٣٣ جم عند ٦٨ م° .

٢- تذوب كتلة KNO_3 مقدارها ١٧ جم عند ٥ م°.

٣- تذوب كتلة $NaNO_3$ مقدارها ٧٧ جم عند ٥ م°.

و تلاحظ أن KNO_3 تترسب عند ٥ م° بمقدار:

$$١٣٣ - ١٧ = ١١٦ \text{ جم.}$$

بينما تترسب $NaNO_3$ عند ٥ م° بمقدار:

$$١٣٣ - ٧٧ = ٥٦ \text{ جم.}$$

كما نلاحظ أن KNO_3 تترسب بكميات أكبر من $NaNO_3$ ، وهذا يدل على أن ذائبية KNO_3 تقل بشكل كبير عن ذائبية $NaNO_3$.

تدريب (٧-٣) :



من خلال منحنى الذائبية قارن بين كتلة كلوريد الأمونيوم NH_4Cl عند ١٠ م° و ٥٠ م°، ثم حدد ما إذا كانت عملية الذوبان طاردة أم ماصة للحرارة؟



٢ - محاليل الغازات في السوائل

تذوب الغازات بدرجات متفاوتة في سائل ما مكونة محاليل مخففة أو مركزة، كما تختلف قابلية ذوبان غاز معين في سوائل مختلفة باختلاف هذه السوائل .

وتعرف ذائبية الغاز في السوائل بأنها : كمية الغاز التي تذوب في كمية محددة من السائل تحت الضغط ودرجة الحرارة المعينين .

ويعبر عن ذائبية الغاز في السائل أحيانا بمعامل الامتصاص Absorption coefficient



معلومة إثرائية :

عرف بنزن **Bunsen** معامل الامتصاص بأنه :

حجم الغاز مقدراً عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (في الظروف المعيارية) التي تذوب في وحدة الحجم من السائل تحت ضغط ٧٦٠ مللمتر زئبق ودرجة حرارة معينة .

ومن هنا تنقسم الغازات حسب درجة ذوبانها في السوائل إلى قسمين :

أ - غازات تامة الذوبان :

وهي تلك الغازات التي تذوب في السوائل وتمتزج فيها امتزاجاً تاماً وبأي نسبة وذلك نتيجةً لحدوث تفاعل

كيميائي بينهما مثل : إذابة كلوريد الهيدروجين في الماء $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

وكذلك إذابة غاز النشادر في الماء $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

لذا فهي لا تكون مع الماء محاليل حقيقية من الغازات في السوائل

ب - غازات شحيحة الذوبان :

هي تلك الغازات التي تذوب في المذيب السائل (كالماء) بنسب قليلة دون حدوث تفاعل كيميائي

وخاصة عند إذابة الغازات التي جزيئاتها غير قطبية في الماء.



وتعتمد ذائبية الغازات في السوائل على عدة عوامل :

١- طبيعة الغاز وطبيعة السائل ٢- درجة الحرارة ٣- ضغط الغاز فوق السائل

١- تأثير طبيعة المذاب والمذيب على ذوبان المواد الغازية في السوائل

إن التصنيف السابق قد يبين أن هناك :

- غازات تتفاعل مع الماء لتشابه القطبية بينهما .
 - غازات قليلة الذوبان في الماء لأنها غير قطبية والماء قطبي .
 - غازات غير قطبية تذوب في مذيبات غير قطبية مثل الهكسان .
- ومن الملاحظات العملية تبين أن ذائبية الغاز في السائل تقل إذا أذيت فيه أملاح متأينة لأن هذه الأملاح تستأثر بقسم من جزيئات المذيب، و كذلك تنقص كمية المذيب الفعالة في إذابة الغاز.



معلومة إثرائية :



شكل (٧-٩)

يقوم غاز الأكسجين في جسم الإنسان بمهمة كبيرة جداً في التفاعلات الحيو كيميائية، فجعل الله عز وجل الدم مذيباً جيداً لغاز الأكسجين عند درجة حرارة الجسم العادية ويطلق عليه محلولاً حقيقياً. وعلى الرغم من كون البحر مالحاً (به كمية كبيرة من الملح الذائب) إلا أنه قادر على إذابة غاز الأكسجين بالكمية التي تكفي بقدر الله عز وجل الأحياء داخل البحر شكل (٧-٩).



سؤال للتفكير

هل يمكن طرد الغازات من محاليلها دون إضافة مواد أو استخدام التسخين أو الضغط؟ فسر إجابتك



٢ - تأثير درجة الحرارة على ذوبان الغازات في السوائل

لنقم بالنشاط (٧-٥) لاستكشاف ذلك :

تأثير درجة الحرارة على ذوبان الغازات في الماء

نشاط عملي (٧-٥)



الخطوات

المواد والأدوات

١- ضع ١٠٠ مل من مياه غازية في دورق حجمي سعته ٢٠٠ مللترًا ثم قم بعملية التسخين برفق؛ ماذا تلاحظ؟

مياه غازية، دورق حجمي سعته ٢٠٠ مل، لهب بنزن

إن ذائبية الغازات تقل بارتفاع درجة الحرارة وتحت ضغط ثابت في السوائل (العلاقة عكسية) أي أن معظم الغازات يمكن إزالتها بالتسخين، كما يتضح من الجدول (٧-٥).

| الغاز | درجة الحرارة | صفر م° | ١٥ م° | ٢٥ م° | ٦٠ م° | ١٠٠ م° |
|------------------------------------|--------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| الأرجون Ar | ٠,٠٥٨ | ٠,٠٤٠ | ٠,٠٣١ | -- | -- | |
| ثاني أكسيد الكربون CO ₂ | ١,٧١٣ | ١,٠١٩ | ٠,٧٥٩ | ٠,٣٦٠ | -- | |
| الأكسجين O ₂ | ٠,٠٤٩ | ٠,٠٣٤ | ٠,٠٢٩ | ٠,٠٢٠ | ٠,٠١٧ | |
| النيتروجين N ₂ | ٠,٠٢٤ | ٠,٠١٨ | ٠,٠١٤ | ٠,٠١٠ | ٠,٠١٠ | |
| الهيدروجين H ₂ | ٠,٠٢٢ | ٠,٠١٩ | ٠,٠١٧ | ٠,٠١٦ | ٠,٠١٦ | |
| النشادر NH ₃ | ١٣٠٠ | ٨٠٢ | ٦٣٥ | ١٩٥ | -- | |

جدول (٧-٥) تأثير درجة الحرارة على ذائبية بعض الغازات في الماء.



سؤال للتذكير

لماذا تظهر الفقاعات الدقيقة عند تسخين الماء؟



٣- تأثير الضغط على ذوبان الغازات في السوائل

عند ثبوت درجة الحرارة تزداد ذائبية الغازات في السوائل بزيادة ضغط الغاز فوق السائل وتعني العبارة السابقة أن هناك علاقة طردية بين كمية الغاز فوق السائل وذوبانية هذا الغاز وقد درس هنري Henry العلاقة بين ذائبية الغاز في السائل وضغط الغاز فوق السائل ووضع قانونه المشهور **قانون هنري : عند ثبوت درجة الحرارة فإن كتلة الغاز المذابة في كتلة معينة من المذيب تتناسب طردياً مع ضغط الغاز فوق السائل .**

أي أن الذائبية (ذ) تتناسب طردياً مع الضغط (ض) فوق السائل.

$$\text{ذ} \propto \text{ض} \quad \text{أي أن} \quad \frac{\text{ذ}}{\text{ض}} = \text{ثابت}$$

ويعني ذلك إذا تضاعف الضغط تضاعفت كمية الغاز المذاب، وإذا نقص الضغط إلى النصف نقصت كمية الغاز إلى النصف أيضاً .

وكما أسلفنا من قبل أن قانون هنري لا ينطبق على تلك الغازات التي تتأين في الماء (تتفاعل مع الماء) ولا على الغازات شحيحة الذوبان تحت ضغط مرتفع وتنطبق فقط على الغازات شحيحة الذوبان بدقة تحت الضغط المنخفض.

ينطبق قانون هنري تماماً عند الظروف التالية :

أ - درجات الحرارة المرتفعة والضغط المنخفضة.

ب - عدم حدوث تفاعل كيميائي بين الغاز والسائل المذيب .

أما في حالة وجود خليط من الغازات فوق سطح السائل فإن كل غاز من هذه الغازات يذوب بالدرجة نفسها وكأنه الغاز الوحيد المذاب في السائل عند الضغط المساوي للضغط الجزئي في الخليط .

ويمكن إزالة وطردي أي غاز من السائل بإمرار تيار من غاز آخر في المحلول، وهذه طريقة لإزالة غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون من الماء عندما يخشى من تأثير وجودهما على تفاعل كيميائي معين .



شكل (٧-١٠)

عند استخراج كميات الغاز الطبيعي من حقول النفط، والتي تحوي كميات كبيرة من الغاز الطبيعي المذاب فيه، (البرميل الواحد بين ٥٠٠-١٠٠٠ قدم مكعب من الغاز الطبيعي) وتكون تحت ضغط مرتفع جدا ولهذا فإن ذائبية الغاز فيه مرتفعة وإذا ما استخرج إلى سطح الأرض حيث الضغط الجوي المساوي لواحد ضغط جوي فإن الذائبية تنخفض وينفصل جزء كبير من الغاز المذاب في النفط .

إن هذه الخاصية ساعدت على فصل كمية من الغاز الطبيعي عن النفط بسهولة ليتجه عبر أنابيب خاصة إلى معامل الفصل ثم إلى مصانع البتروكيماويات.



نشاط ميداني :

زيارة أحد مصانع المشروبات الغازية :

توجد في المملكة العربية السعودية مصانع كثيرة لصناعة المشروبات الغازية و تعبئتها . خطط مع معلمك و زملائك لزيارة أحد هذه المصانع للتعرف على المواد المستخدمة في إنتاجها ثم أعد تقريرا عما شاهدته في المصنع متضمناً الإشارة إلى التأثيرات الصحية للمشروبات الغازية.

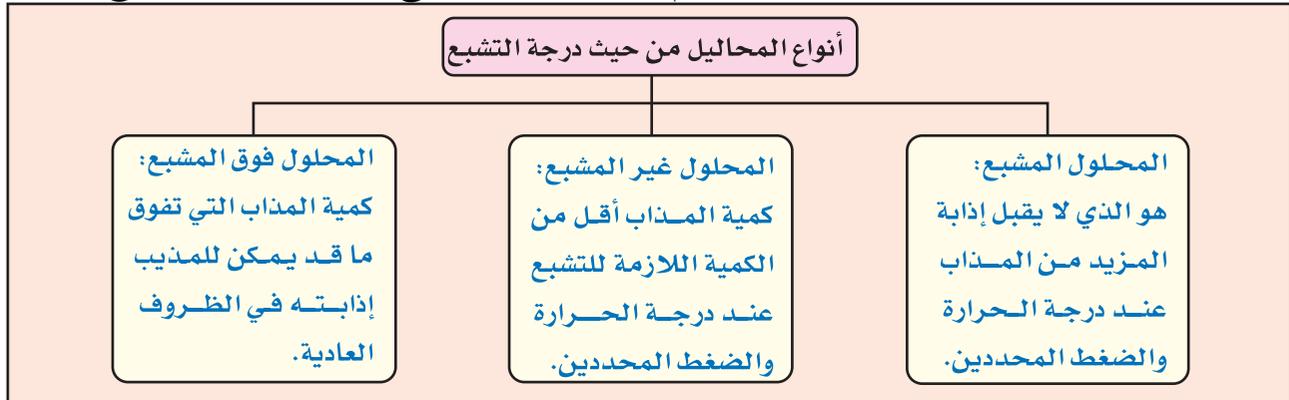
ملحوظة :

لن يتم التطرق للنوع الثالث من المحاليل السائلة : محاليل السوائل في السوائل لارتباط ذلك بمفاهيم استمرار الطالب خلال دراسات مستقبلية إن شاء الله .



ثالثاً: أنواع المحاليل من حيث التركيز Concentration

تعتمد طبيعة المحلول على المذيب و المذاب وينقسم من حيث درجة تشبع المحلول إلى ثلاثة أنواع :



تحضير محلول فوق مشبع

نشاط عملي (٦-٧)



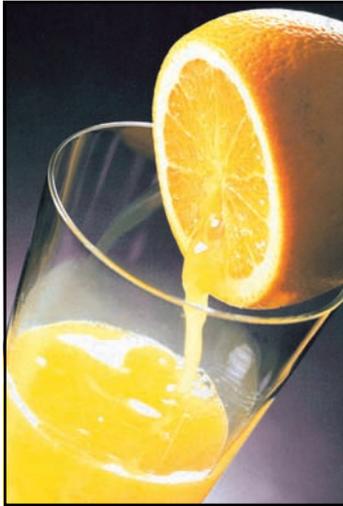
الخطوات

- ١- زن ٥ جم من كبريتات الصوديوم المائية $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ وضعها في أنبوبة اختبار نظيفة.
- ٢- أضف إليها ٥ ملترات من الماء المقطر.
- ٣- سخن المزيج وحركه جيدا حتى يذوب جميع الملح.
- ٤- اترك المحلول يبرد ليصبح بدرجة حرارة الغرفة، ماذا تلاحظ؟
- ٥- إذا تكوّن راسب فأعد التسخين حتى يذوب الملح المترسب ثم برده مرة ثانية.
- ٦- بعد عملية التبريد ألق فيه بلورة صغيرة من الملح ودون ملاحظاتك.



المواد والأدوات

- كبريتات الصوديوم المائية
- ماء مقطر
- أنابيب اختبار
- ميزان .
- لهب بنزن
- ساق زجاجي .



شكل (٧-١٢)

المحلول المركز والمحلول المخفف :

ماذا لو أنك عصرت نصف برتقالة في كأس به ماء و عصرت برتقالة كاملة في كأس آخر من الماء به نفس الكمية (الحجم). هل طعم المحلولين واحد؟ يختلف تركيز المحلول باختلاف كميات المادة المذابة فيه بالنسبة للمذيب، وهذا يجعلنا نعتد على خواص المحاليل في نسب كميات المواد المذابة إلى كمية المذيب و لكن ليس على الكميات المطلقة وهو ما يسمى تركيز المحلول .

والشائع أن التركيز يقصد به تركيز المذاب في المحلول و هذا يعني أن كمية المادة المذابة هي التي تحدد درجة تركيز المحلول عند ثبوت كمية المذيب و درجة الحرارة.
فالمحلول المركز هو المحلول الذي يحوي كمية كبيرة من المذاب.
والمحلول المخفف هو المحلول الذي يحوي كمية قليلة من المذاب.
إن تقسيم المحاليل إلى مركزة و مخففة غير دقيق وفيه الكثير من التداخل في المفهوم لذلك يفضل التعبير عن التركيز بمحددات أخرى.

طرق التعبير عن تركيز المحاليل

١- النسبة المئوية الكتلية للمذاب Percentage By Weight

وتعرف بعدد الوحدات الكتلية للمذاب في ١٠٠ وحدة كتلية ممتلئة من المحلول ويمكن التعبير عنه رياضياً بالقانون التالي :

$$\frac{\text{كتلة المذاب} \times 100}{\text{كتلة المحلول}} = \text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب}$$



مثال ٧-٣ :



ماذا يعني أن النسبة المئوية الكتلية لمذاب معين في الماء هي ٢٠٪؟

الحل

يعني ذلك أن ٢٠ جم من المذاب موجود (ذائب) في ١٠٠ جم من المحلول

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

$$١٠٠ = ٢٠ + \text{كتلة المذيب}$$

$$\therefore \text{كتلة المذيب} = ١٠٠ - ٢٠$$

كتلة المذيب = ٨٠ جم من الماء (المذيب)

مثال ٧-٤ :



محلول يتكون من ٦,٩ جم من كلوريد الصوديوم مذابة في ١٠٠ جم من الماء، احسب

النسبة المئوية الكتلية للمذاب؟

الحل

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

$$= ١٠٦,٩ \text{ جم}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times ١٠٠$$

$$= ١٠٠ \times \frac{٦,٩}{١٠٦,٩}$$

$$= ٦,٤٥\%$$

تذكر أن :



لحساب كتلة محلول معلوم الحجم يجب علينا معرفة كثافة المحلول وتطبيق القانون:

$$\text{الكتلة} = \text{الحجم} \times \text{الكثافة}$$

تدريب (٧-٤) :



كم جراما من حمض النيتروجين النقي HNO_3 يحتويها لتر من محلول الحمض المائي الذي فيه

النسبة المئوية الكتلية للمذاب ٦٩,٤٪ (كثافة المحلول = ١,٦٥ جم / ملتر)؟



٢- الجزيئية الكتلية (المولالية) Molality

وهي عدد الجرامات الجزيئية (المولات) من المذاب في ١٠٠٠ جم من المذيب

$$\text{المولالية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب (بالكيلوجرام)}} \quad \text{و يمكن التعبير عنه رياضياً بالقانون التالي:}$$

وهذا النوع من التركيز ليس شائعاً في الكيمياء العملية و يقتصر استعمالها في التجارب المتعلقة بالانخفاض و الارتفاع في درجة غليان و تجمد المحاليل كما سيمر بك لاحقاً إن شاء الله عند دراستك للكيمياء في الصف الثالث الثانوي .

مثال ٧-٥ :

احسب الجزيئية الكتلية (المولالية) لمحلول تم تحضيره من إذابة ٥ جم من التولوين C_7H_8 في ٢٢٥ جم من البنزين ؟

الحل

$$\text{أولاً: نحول (جم) إلى (كجم)} = \frac{٢٢٥}{١٠٠٠} = ٠,٢٢٥ \text{ كجم}$$

$$\text{ثانياً: نوجد عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}}$$

$$\therefore \text{عدد المولات للمذاب} = \frac{٥}{٩٢}$$

$$= ٠,٠٥٤ \text{ مولاً}$$

$$\text{وبالتعويض في قانون المولالية:} \therefore \text{المولالية} = \frac{٠,٠٥٤}{٠,٢٢٥}$$

$$= ٠,٢٤ \text{ مولال}$$

تدريب (٧-٥) :

أ- احسب المولالية (الجزيئية الكتلية) لمحلول السكر $C_{12}H_{22}O_{11}$ الذي تركيزه ٦٧٪ كتلةً ؟
ب- كم جراماً من HCl يجب إذابته في ٢٥٠ جم من الماء لنحصل على محلول تركيزه (٤, ٢ مولال)؟



٣- الجزيئية الحجمية (المولارية) Molarity

وهي : عدد الجرامات الجزيئية (المولات) من المذاب في لتر واحد من المحلول و يمكن التعبير عنه رياضياً بالقانون التالي :

$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \text{الجزيئية الحجمية (المولارية)}$$

وتعد هذه الطريقة الأكثر شيوعاً في التعبير عن تركيز المحاليل.

مثال ٦-٧ :



احسب الجزيئية الحجمية (المولارية) لمحلول حضر بإذابة ٢,٩٣ جم من كلوريد الصوديوم في ٤٩٩,٧ جم من الماء؟ (كثافة المحلول ١,٠٠٤ جم/مل).

الحل

$$\frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \text{عدد المولات}$$

$$\frac{٢,٩٣}{٥٨,٥} = \text{عدد مولات المادة المذابة NaCl}$$

$$= ٠,٠٥ \text{ مول}$$

$$\frac{\text{كتلة المحلول}}{\text{كثافة المحلول}} = \text{حجم المحلول}$$

$$\frac{٢,٩٣ + ٤٩٩,٧}{١,٠٠٤} = \text{حجم المحلول}$$

$$= ٥٠٠ \text{ مللتر (أي } ٠,٥ \text{ لتر)}$$

$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \text{المولارية}$$

$$\frac{٠,٠٥}{٠,٥} =$$

$$= ٠,١ \text{ مولار}$$



تدريب (٦-٧) :

كم جراما من هيدرو كسيد البوتاسيوم KOH يلزم لتحضير ٤٠٠ مللتر من محلول تركيزه (١٢٥, ٠ مولار).

تحضير محلول مائي من كلوريد الصوديوم

نشاط عملي ٧-٧



الخطوات

- ١- ضع كأسا صغيرا و نظيفا في ميزان حساس واحسب كتلته.
- ٢- ضع ٧, ١ جم من ملح كلوريد الصوديوم في الكأس ثم احسب كتلة الكأس مع الملح بحيث يكون الناتج قريبا من كتلة الملح .
- ٣- أذب الملح الموجود في الكأس في قليل من الماء المقطر وانقل المحلول إلى دورق حجمي سعته ١٠٠ مل، اغسل الكأس عدة مرات بالماء المقطر، ثم أضفه إلى الدورق الحجمي بحيث لا يتجاوز العلامة في الدورق الحجمي، (غسل الكأس : لضمان نقل جميع الملح إلى الدورق) .

- ٤- كمل بالماء المقطر حتى علامة ١٠٠ مل في الدورق الحجمي شكل (٧-١٣).
- ٥- أوجد كتلة الملح المذاب، ومنه احسب تركيزه، وسجل النتائج التالية :

| | |
|----------------------|-------|
| كتلة الكأس = | جم |
| كتلة الكأس + الملح = | جم |
| كتلة الملح = | جم |
| حجم المحلول = | مللتر |
| تركيز المحلول = | مولار |

- ٧- قم بتحضير محلول تركيزه ١, ٠ مولار من كبريتات الصوديوم في الماء ليصبح حجم المحلول ٥٠ مل.

- ٨- اكتب خطوات عملية تحضير محلول كبريتات الصوديوم، ثم دوّن نتائجك.

المواد والأدوات

- كلوريد صوديوم
- ماء مقطر
- ميزان حساس
- دورق حجمي سعته ١٠٠ مل
- كأس زجاجي



شكل (٧-١٣)



تخفيف المحاليل :

إذا كان لديك محلول ما، وأضفت إليه كمية من الماء فهل سيتغير تركيز المحلول؟ لماذا؟
يمكن إيجاد تركيز محلول ما عند إضافة كمية من الماء إليه بواسطة قانون التخفيف :

$$\text{التركيز (قبل التخفيف)} \times \text{الحجم (قبل التخفيف)} = \text{التركيز (بعد التخفيف)} \times \text{الحجم (بعد التخفيف)}$$

ومن المهم جداً التحقق من استخدام نفس وحدات الحجم قبل وبعد التخفيف عند التعويض في هذا القانون. ويمكن إعادة كتابة القانون بالصيغة الرياضية التالية :

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

حيث :
 C_1 ، V_1 : تركيز المحلول وحجمه قبل التخفيف.
 C_2 ، V_2 : تركيز المحلول وحجمه بعد التخفيف.

مثال ٧-٧ :

كم مللتر من محلول تركيزه ١,٠ مولار يجب إضافته إلى الماء لصنع ٢ لتر من محلول تركيزه ٠,٠٢٥ مولار؟

الحل

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$1,0 \times V_1 = 0,025 \times 2$$

$$\therefore V_1 = 0,05 \text{ لتراً}$$

$$\therefore \text{حجم المحلول بالمللتر} = 0,05 \times 1000$$

$$= 50 \text{ مللتر}$$

تدريب (٧-٧):

إذا أضفت ١٥٠ مل من ماء مقطر إلى ٠,٢٥ لتراً من محلول نترات البوتاسيوم تركيزه (١,٠ مولار)، فما الجزئية الحجمية للمحلول الجديد؟



تخفيف حمض الكلور

نشاط عملي ٧-٨



الخطوات

- من خلال دراستك لتراكيز المحاليل قم بإجراء النشاط التالي مستعينا بقوانين الجزئية الحجمية :
- ١- احسب عدد مولات حمض الكلور اللازم لتحضير محلول حجمه ٢٥٠ مل وتركيزه ٠,٥ مولار .
 - ٢- احسب حجم حمض الكلور ذي التركيز ٦ مولار اللازم لعملية التخفيف.
 - ٣- ضع ١٠٠ مل من الماء المقطر في كأس زجاجي سعته ٢٥٠ مل مستخدماً الماصة الحجمية، خذ الحجم المطلوب من الحمض (٦ مولار) وأضفها بحذر مع التحريك إلى الماء الذي في الكأس .
 - ٤- انقل محتويات الكأس إلى دورق حجمي سعته ٢٥٠ مل باستخدام القمع، ثم كمل بالماء المقطر حتى العلامة.

المواد والأدوات

- حمض الكلور
- ماء مقطر
- دوارق حجمية
- سعتها ٢٥٠ مل
- ماصة حجمية
- مضخة مطاطية
- قمع
- قارورة ماء مقطر
- سدادة
- كأس زجاجية

احذر!

يراعى في عمليات تخفيف الحموض المركزة (مثل: حمض الكبريت وحمض الكلور)، أن يضاف الحمض إلى الماء ببطء وبحذر شديد مع التحريك المستمر، وليس العكس حيث أن الحرارة الناتجة تكفي لغلغان الماء على سطح الحمض مما يؤدي إلى الفوران و تناثر الحمض خارج الإناء.

تدريب (٧-٨):

بناءً على المعلومات التي تعلمتها عن طرق التعبير عن تركيز المحاليل صمم جدولاً تقارن فيه بين تلك الطرق من حيث التعريف والصيغة الرياضية والوحدة المستخدمة.



أسئلة وتمارين

(٧-١) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- المحلول المتجانس في التركيب و الخواص هو محلول :

(أ) غروي

(ب) حقيقي

(ج) معلق

(د) غير حقيقي

٢- المحلول الذي يحوي كمية من المذاب تفوق ما يمكن للمذيب إذابته في الظروف العادية هو :

(أ) مشبع .

(ب) غير مشبع .

(ج) فوق المشبع .

(د) الغروي .

٣- ذوبان النشادر في الماء مثال على محلول :

(أ) السائل في السائل .

(ب) صلب في سائل .

(ج) غاز في سائل .

(د) غاز في غاز .

٤- من منحنى الذائبية شكل (٧-٨) الملح الذي له أكبر ذائبية عند ٢٠ م هو :

(أ) نترات الصوديوم

(ب) كلوريد الصوديوم

(ج) نترات البوتاسيوم

(د) كلوريد البوتاسيوم



(٧-٢) فسر العبارات التالية :

- ١- ذائبية ملح كلوريد البوتاسيوم في الماء مرتفعة .
- ٢- تقل ذائبية المواد الصلبة في المحاليل الملحية .
- ٣- نحتاج لكثافة المحلول عند إيجاد الجزئية الكتلية لمحلول سعته لتراً .
- ٤- ذوبان النشادر في الماء لا يسمى محلولاً حقيقياً .
- ٥- نسمع صوتاً قوياً غالباً عند فتح علبة المشروبات الغازية .
- ٦- ينصح بوضع حوض الأسماك بعيداً عن مصادر الحرارة كالشمس .

(٧-٣) ضع علامة (✓) أو (x) أمام العبارات التالية مع تصحيح الخطأ إن وجد :

- ١- عندما تكون طاقة الترتيب البلوري أكبر من طاقة التميهِ فإن الذوبان يكون أسهل . ()
- ٢- يمكن مشاهدة جزيئات المحلول الغروي بالعين المجردة . ()
- ٣- تتناسب ذائبية الغاز عند ثبوت درجة الحرارة طردياً مع ضغط الغاز فوق السائل . ()
- ٤- يمكن فصل المادة المذابة في المحلول الحقيقي بالترشيح . ()

(٧-٤) رتب السوائل التالية حسب ازدياد قابلية ذوبان ملح الطعام فيها :

محلول نترات البوتاسيوم المائي، الماء، محلول نترات الصوديوم المائي، البنزين .

(٧-٥) تذوب الكتل التالية من الملح في ١٠٠ جم من الماء عند درجات الحرارة وفق الجدول التالي :

| درجة الحرارة | كلوريد البوتاسيوم | كلورات البوتاسيوم |
|--------------|-------------------|-------------------|
| صفر م | ٢٨ جم | ٣ جم |
| ٥٠ م | ٤٢ جم | ١٩ جم |
| ١٠٠ م | ٥٦ جم | ٥٩ جم |

- أ- ارسم منحني الذائبية لكل من هذين الملحين، ثم بين أي منهما ماص وأيها طارد للحرارة؟
- ب- بناءً على منحني الذائبية الذي رسمته؛ استنتج كمية كل من الملحين الذائبة عند درجة حرارة ٧٥ م.

(٧-٦) احسب مولالية محلول حمض الكبريت الذي يحتوي ١٠٠ جم منه على ١٠ جم من الحمض؟



- (٧ - ٧) ما كتلة حمض النيتروجين النقي HNO_3 في ١٠٠ مل من محلول مائي له تركيز ٠,٤ مولا؟
- (٨ - ٧) احسب النسبة المئوية الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ في محلول تم تحضيره بإذابة ٨ جم من الصودا الكاوية في ٥٠ جم من الماء؟
- (٩ - ٧) يستخدم ملح الطعام ذو تركيز ٩,٠٪ كتلة لعلاج بعض المرضى في المستشفيات، فكم جراماً من هذا الملح يلزم لتحضير ٥٠٠ جم من هذا المحلول؟
- (١٠ - ٧) حضر محلول بإذابة ٢٥,١ جم من الإيثانول في ٦,١١ جم من الماء احسب النسبة الكتلية لكل من الماء و الإيثانول؟
- (١١ - ٧) ما كتلة كبريتات الألومنيوم $Al_2(SO_4)_3$ يلزم لتحضير ٣٠٠ مل من محلول كبريتات الألومنيوم تركيزه ٢,٠ مولا؟
- (١٢ - ٧) كم مللترا من محلول ملح الطعام الذي يبلغ تركيزه ٢٠٪ كتلة وكثافة ١,٠٩٨ جم / مل يلزم لعمل ٨ لترات من محلول نفس الملح تركيزه ١,٠ مولا؟
- (١٣ - ٧) احسب الجزئية الحجمية و الكتلية لمحلول الغول الإيثيلي C_2H_5OH في الماء المحضر من إذابة ٥ مولات من الغول في ٩٠ مول من الماء و البالغ كثافته ٠,٩٩٧ جم / مل؟
- (١٤ - ٧) كم مللترا من الماء يجب أن تضاف إلى ٤٠ مل من محلول تركيزه ٢٥,٠ مولا لنحصل على محلول تركيزه ١,٠ مولا؟
- (١٥ - ٧) يبلغ تركيز حمض النيتروجين المركز ٦٩٪ كتلة وكثافته ١,٤١ جم / مل عند ٢٠ م فما كتلة وحجم الحمض المركز الذي نحتاجه لتحضير ١٠٠ مل من الحمض تركيزه ٦ مولا؟
- (١٦ - ٧) كم مللتراً نحتاج من محلول حمض النيتروجين المائي الذي يبلغ تركيزه ٢ مولا لنحضر ٥ لترات من محلول تركيزه ٥ مولا؟
- (١٧ - ٧) قارن بين التعبيرين التاليين : موال واحد من محلول السكر ومولا واحد من محلول السكر.

- ١- القرآن الكريم.
- ٢- وزارة التربية والتعليم، الكيمياء للصف الثاني الثانوي الطبعة ١٤٢٦هـ.
- ٣- وزارة المعارف، تاريخ العلوم عند العرب، الطبعة الأولى، ١٤٠٣هـ.
- ٤- العويس، أحمد عبدالعزيز (وآخرون). الكيمياء العامة - الرياض: دار الخريجي للنشر والتوزيع - الطبعة الأولى، ١٤١٢هـ.
- ٥- مبارك، محمد سليمان، المدخل إلى الكيمياء - الرياض: جامعة الملك سعود، ١٤١٨هـ.
- ٦- العبيدي، خالد يحيى، الكيمياء الحياتية غذاؤنا والأمراض - عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع، ١٤١٧هـ.
- ٧- وزارة المياه والكهرباء، مطبوعات حملة التوعية والترشيد الوطنية.
- ٨- المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة بالمملكة العربية السعودية، مطبوعات ومصورات إلكترونية.
- ٩- فريديك، ر. لونج، الكيمياء العامة، مجمع اللغة العربية الأردني، ١٤٠١هـ.
- ١٠- بغلف، أحمد عمر (وآخرون)، المبادئ العملية في الكيمياء العامة، جامعة الملك عبد العزيز، ١٤٠٥هـ.
- ١١- الزكوم، مهدي ناجي، كيمياء العناصر الانتقالية، جامعة البصرة، ١٩٨٦م.
- ١٢- الدليمي، صبحي خميس (وآخرون)، كيمياء اللاعضوية الحديثة، مطبعة الموصل، ١٩٨٥هـ.

- 1- B. Earl (And Others), GCSE Chemistry.
- 2- B. Earl (And Others), Chemistry, Second Edition.
- 3- Dr. Frank Jenkins (And Others), Chemistry 11.
- 4- Debbie Irwin (And Others), Chemistry Contexts.
- 5- Eileen Ramsdeen, Key Science Chemistry.
- 6- George Bethell (And Others), Chemistry First.
- 7- Holt (And Others), Modern Chemistry.
- 8- Lyn Nicholls (And Others), Chemistry AS - Second Edition.
- 9- Masterton (And Others), Chemistry Principles & Reactions.
- 10- Peter Harwood (And Others), Chemistry, Second Edition.
- 11- Chris Conoley (And Others), Chemistry, Second Edition, 2002.
- 12- Antoy C. Wilbraham (And Others), Chemistry, 2002.
- 13- Lebanese Educational Publishing Company, Chemistry, Grade - VIII.
- 14- Lebanese Educational Publishing Company, Chemistry, Grade - IX.
- 15- Carolyn Elvins, Chemistry One, 3rd Edition, Heinemann, 2004.
- 16- Holt (And Others), Chemistry.
- 17- Prentice Hall, Chemistry Connections Our Changing World, Second Edition, 2000.

شركة الطابع الأهلية للأوفيسيت المحدودة
National Offset Printing Press Ltd. Co.
الرياض - المملكة العربية السعودية

