

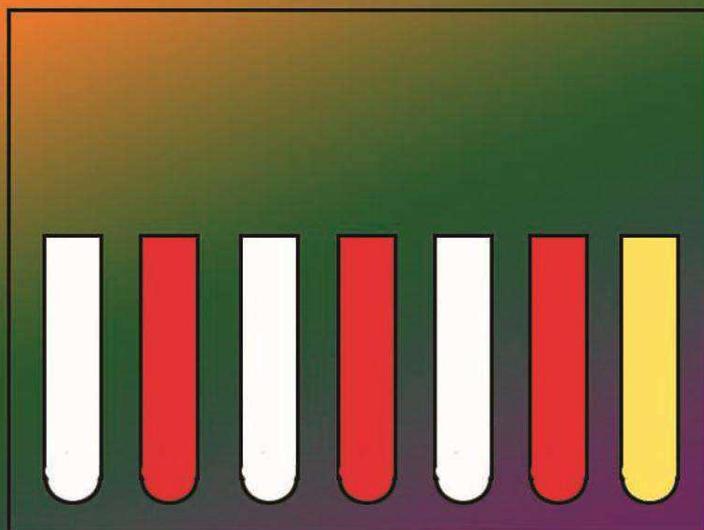


جمهورية السودان
وزارة التربية والتعليم العام



التعليم الثانوي

الكمبيوتر ..



الصف الأول

بسم الله الرحمن الرحيم
جمهورية السودان
وزارة التربية والتعليم العام
المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
الرضا -

الكتاب

للصف الأول الثانوي

أعداد :

الدكتور : على حمود على - كلية التربية - جامعة الخرطوم .
الأستاذ : سيد أحمد شريف - المركز القومي للمناهج والبحث التربوي.

مراجعة :

الدكتور : صلاح الدين محمد الأمين - كلية التربية - جامعة الخرطوم .

الإخراج الفني : الأستاذ إبراهيم الفاضل - المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
الجمع بالحاسوب : اشرافه فرح شريف - المركز القومي للمناهج والبحث التربوي

فهرسة المكتبة الوطنية - السودان

540.71 على حمود علي

ع.ج.ك

مادة العلوم الكيمياء: الصف الأول ثانوي / علي حمود علي، سيد

أحمد الشريف - الدويم: المركز القومي للمناهج والبحث

التربوي، 2009م

ص؛ 24 سم.

ردمك : 978-99942-53-53-1

1 - الكيمياء - كتب دراسية.

أ. العنوان. ب. سيد أحمد الشريف (م. مشارك)

المحتويات

الصفحة	الموضوع
١	١- مقدمة
٢	٢- الوحدة الاولى : علم الكيمياء
٤	<ul style="list-style-type: none"> • تعريف علم الكيمياء • دور واهمية علم الكيمياء • فروع علم الكيمياء
٧	٣- الوحدة الثانية : الجزيئات والآيونات
١٠	<ul style="list-style-type: none"> • الجزيئات • الآيونات • كتابة الصيغ الكيميائية
١٧	٤- الوحدة الثالثة
٢١	<ul style="list-style-type: none"> • الروابط الكيميائية
٢٧	<ul style="list-style-type: none"> • الرابطة الأيونية
٣٣	<ul style="list-style-type: none"> • الرابطة الإسهامية
٤١	<ul style="list-style-type: none"> • الرابطة الهيدروجينية
٤٤	٥- الوحدة الرابعة
٥٠	<ul style="list-style-type: none"> • المعادلات الكيميائية • قواعد كتابة وموازنة المعادلات
٥٣	٦- الوحدة الخامسة
	<ul style="list-style-type: none"> • قوانين الاتحاد الكيميائي
٦٧	٧- الوحدة السادسة
	<ul style="list-style-type: none"> • أنواع التفاعلات الكيميائية

٨- الوحدة السابعة

- | | |
|----|----------------------------------|
| ٨٣ | الحساب الكيميائي |
| ٨٤ | الكتل الذرية |
| ٨٨ | الكتل الجزيئية |
| ٩٣ | عدد أفروغادرو |
| ٩٥ | المول |
| ٩٩ | الحسابات من المعادلات الكيميائية |
- الحساب الكيميائي
 - الكتل الذرية
 - الكتل الجزيئية
 - عدد أفروغادرو
 - المول
 - الحسابات من المعادلات الكيميائية

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة المؤلفين

أبناءنا التلاميذ وبناتنا التلميذات بالصف الأول بالمرحلة الثانوية
زملاعنا المعلمين

السلام عليكم ورحمة الله تعالى وبركاته

في إطار المناهج الجديدة للمرحلة الثانوية يقدم المركز القومي للمناهج والبحث التربوي كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي .
لقد راعينا في إعداد هذا الكتاب أن يكون أسلوبه متسمًا بالبساطة والوضوح والتسلسل المنطقي لموضوعاته ، حتى يكون ملائماً للمستوى العقلي للتلميذ الصف الأول الثانوي . كذلك فقد نظرنا إلى الأهداف العامة لتدريس مادة الكيمياء بالمرحلة الثانوية وحاولنا جهداً أن يكون محتوى هذا الكتاب ترجمة صادقة وأمينة لتلك الأهداف .

يضم هذا الكتاب سبع وحدات ؛ تشتمل الوحدة الأولى على التعريف بعلم الكيمياء وعلاقته بفروع العلوم الأخرى ، ودوره وأهميته في الحياة المعاصرة ، ودور العلماء العرب والمسلمين في تطوره مع الإشارة بشيء من التفصيل إلى دور أحد هؤلاء العلماء (جابر بن حيان) . ونهدف من وراء ذلك إلى تحقيق هدفين :

الأول : أن يدرك التلميذ أن الحقائق والمفاهيم والتطبيقات الكيميائية التي بين أيدينا لم يكن من السهل الوصول إليها دون عمل واجتهاد من جانب العلماء ، وفي هذا تقدير لجهودهم والتمثيل بهم .

الثاني : أن نعيid الثقة في نفوسنا ، بأن العلم ليس وفقاً على غيرنا ، وأن لدينا من الإمكانيات العقلية والنبوغ الفكري ما لدى غيرنا ، وأنه ليس من العسير أن نلحق بركب الحضارة ، ونحقق من السبق العلمي ما حققه غيرنا .

يعالج الكتاب في الوحدة الثانية موضوع الجزيئات والأيونات وكتابة الصيغ الكيميائية . كما تتناول الوحدة الثالثة الروابط الكيميائية والتي يعتمد تناولها على مراجعة بعض المفاهيم الأساسية عن تركيب الذرة التي سبق التلميذ دراستها في المرحلة السابقة .

يتناول الكتاب موضوعات المعادلات الكيميائية ، قوانين الإتحاد الكيميائي ، أنواع التفاعلات الكيميائية والحساب الكيميائي في الوحدات الرابعة ، الخامسة ، السادسة والسابعة على الترتيب .

سيجد التلميذ بعد نهاية كل وحدة مجموعة من الأسئلة راعينا أن تكون مؤشراً لمدى فهم وأستيعاب التلميذ للموضوعات التي قام بدراستها في تلك الوحدة ، لذلك نأمل أن يحرص الإخوة معلمو الكيمياء على متابعة حل التلميذ لتلك الأسئلة ومراجعة أدائهم في كل وحدة .

وقد حاولنا قدر المستطاع الاستفاضة في شرح موضوعات هذا الكتاب بحيث تمكن التلميذ قادراً على الدراسة الذاتية لتلك الموضوعات . ويحتوي الكتاب كذلك على بعض التجارب البسيطة التي يمكن أن تكون مكوناتها من معطيات البيئة المحلية لإتاحة الفرصة لإجراء تلك التجارب بواسطة المعلمين، أو بواسطة التلاميذ أنفسهم وفق توجيهات معلميهم .

ولقد اعتمدنا في إعداد المادة العلمية بهذا الكتاب على الكتب المرجعية في الكيمياء التي أعدتها المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم في إطار برنامجها الرئادي لتطوير تدريس العلوم والرياضيات بالوطن العربي والتزمنا في هذا الكتاب مما أقرته الندوة القومية لتعريب علوم الكيمياء من موجهات في مجال التعريب والترجمة ، وما انفق عليه من مصطلحات في مشروع معجم الكيمياء الموحد الذي أقرته الندوة والذي صدر عن الهيئة العليا للتعريب (وزارة التعليم العالي والبحث العلمي) بالخرطوم عام ١٩٩٣ م .

يأمل قسم العلوم بالمركز القومي للمناهج والبحث التربوى أن يتعرف على آراء ابنائنا وبناتنا تلاميذ وتلميدات الصف الاول بالمرحلة الثانوية فيما سيدرسونه من موضوعات في هذا الكتاب . كذلك نرجو من الزملاء معلمي مادة الكيمياء الحرص على ابداء آرائهم ومفترحاتهم ونقدم لهم البناء لهذا الكتاب لأننا لا ندعى أن ما قدمناه فيه هو الكمال ، فالكمال لله وحده .. ومهما يكن ما بذل فيه من جهد فهو جهد بشرى إن أصبنا فيه فبنوفيق وعون من الله تعالى ، وإن أخطأنا فلنا أجر الإجتهد .

وما التوفيق إلا من عند الله تعالى

المؤلفان

الوحدة الاولى

علم الكيمياء

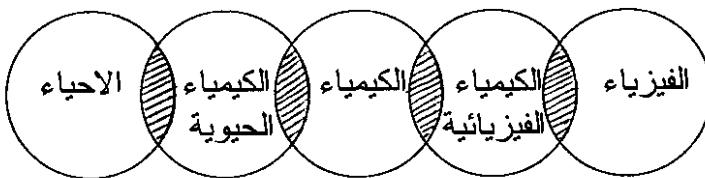
(١ - ١) تعريف الكيمياء :

هو العلم الذي يدرس تركيب المادة وتغيراتها ، فيما بينها وبين المواد الأخرى ، والعلاقة الكائنة بين خواص المواد وتركيبها ، وشروط التغيرات التي تحدث للمواد .

إن ظواهر التحولات أو التغيرات التي تتم أو تطرأ على المادة وتؤدي إلى تكون مادة جديدة كلياً تختلف في خواصها عن خواص مكوناتها هي ظواهر كيميائية . وتعرف هذه الظواهر بالفاعلات الكيميائية . وكثيراً ما يرافق هذه الظواهر تغيرات في الصفات والخواص الفيزيائية ومن هنا تبدو الصلة بين الكيمياء من جانب وبين الفيزياء من جانب آخر .

كذلك فإن كل تغيرات حيوية تحدث داخل أجسام النباتات والحيوانات أو داخل خلاياها يصاحبها تغيرات كيميائية مستمرة في المواد العضوية الحية وتصاحبها تبادلات للمواد الكيميائية ما بين الكائن الحي وبئته ومحبيطه الخارجي، ومن هنا تبدو الصلة وثيقة بين الكيمياء وعلم الاحياء (البيولوجيا) الشكل التخطيطي أدناه يوضح الصلة المتبادلة بين علم الكيمياء وكل من الفيزياء والاحياء (انظر الشكل رقم ١ - ١) .

الشكل رقم (١ - ١) - الصلة بين علم الكيمياء وعلم الفيزياء والاحياء



(١ - ٢) دور وأهمية علم الكيمياء :

تلعب الكيمياء دوراً متميزاً في الحياة المعاصرة في مجالات الصناعة والزراعة والصحة والغذاء . . . الخ . فليس هناك فرع واحد في الزراعة أو الصناعة لا يرتبط كلها أو جزئياً ببعض التطبيقات الكيميائية .

فالله سبحانه وتعالى يهبنا المواد الخام كالأملاح والفلزات والجلود والأخشاب والفحm والبترول . . . الخ ، وباختصار هذه المواد الطبيعية للمعالجة الكيميائية نحصل على مختلف المواد التي تحتاجها في الزراعة ، وفي صناعة النوائح الصناعية ، وفي الاستعمالات المنزلية وفي صناعة الأسمدة المعدنية والمبيدات الحشرية والمعادن واللدائن (البلاستيك) والاصباغ والاحماض والمواد الطبية والصيدلانية والمنظفات المختلفة والصودا الكاوية وكثير من المواد الكيميائية الأخرى لمختلف الاغراض .

ومن المهم أن نذكر هنا أنه قبل معالجة هذه المواد فإن مادة الكيمياء تقدم لنا القوانيين والاسس والمعارف والمهارات التي نستطيع بواسطتها تحويل هذه المواد .

كذلك فإن الكيمياء تحاول ايجاد أفضل الطرق الاقتصادية لاستغلال هذه المواد الطبيعية . فمن خلال استخدامها للنوائح الصناعية والزراعية ، تحاول أن تجد طرقاً جديدة لانتاج مواد جديدة أكثر فاعلية من مصادر رخيصة .

إن تقدم علم الكيمياء لم يتوقف أو يقتصر على زيادة المعلومات والمعارف النظرية والمهارات ، ولكنه ارتبط أيضاً بالتطبيقات العملية لهذه المعلومات في حل مشكلات المجتمعات المختلفة في شتى الميادين . بمعنى آخر أن الكيمياء أسهمت بشكل أساسى في تقدم الحضارة الإنسانية في مختلف الميادين والنواحي :

(١ - ٢ - ١) الناحية الصحية :

كانت الامراض تفتک بالبشر للاف السنين حتى تمكن العلماء من محاربتها والوقاية منها فتوصل الكيميائيون إلى صنع الادوية والعقاقير المختلفة والمواد المطهرة والمعقمة ، وتحضير الامصال ، الامر الذي ساعد في القضاء

أو الحد من إنتشار الكثير من الامراض الخطيرة ، كما تمكن العلماء من إكتشاف وتحضير الكثير من المواد المخدرة وقاتلات الالم والمواد المهدئه ، الامر الذى ساهم فى تقليل الالام التى يعانى منها البشر وأمكن بواسطتها إجراء العمليات الجراحية . هذا قليل من كثير مما قامت به الكيمياء في مجال الطب .

(١ - ٢ - ٢) الناحية الغذائية :

لقد توصل علماء الكيمياء الى التعرف على مكونات الاغذية وما يصاحبها من تغيرات داخل جسم الكائن الحي ، ومقدار ما يحتاجه الجسم من مختلف المواد بحسب الحجم او الوزن او السن او الحالة الصحية او طبيعة العمل .

كما تمكن علماء الكيمياء من إكتشاف أهم الطرق والمواد لزيادة الحاصلات الزراعية ، وابتكرت مخترعات مختلفة الطرق لتنمية هذه الحاصلات الزراعية والمحافظة عليها من الآفات المختلفة ، وحفظ الاغذية وتخزينها سواء كان ذلك بغرض الاستهلاك أو التصدير .

(١ - ٢ - ٣) الناحية الصناعية :

يعتبر عالم الصناعة من أكثر النواحي التطبيقية لعلم الكيمياء . فقد شهدت السنوات الأولى من القرن العشرين تطبيقات هائلة للكيمياء في المجالات الصناعية . فقد شهد عالم الصناعة صناعات مثل صناعة النشار ، والمطاط الصناعي ولتحضير الفوسفور ، و كربيد الكالسيوم ، والاسمندة والمبידات الحشرية ، كما نشأت صناعات جديدة مثل صناعة الخيوط الصناعية مثل الفسکوز والداکرون وغيرها من الالياف الصناعية . وكذلك ازدهرت صناعة الجلد الصناعي واللائون والدهانات العضوية (البوهيات) والادوية والمواد الصيدلانية ، والافلام السينمائية ، كذلك صناعة تكرير البترول والصناعات البتروكيميائية ، وصناعة الزجاج (الكيميائي) والعادي والبصري والخيوط الزجاجية .

وهكذا نمت الصناعات بفضل تقدم علم الكيمياء وتطبيقاته ونمو حاجات الانسان وتلبية هذه الحاجات المتزايدة .

(١ - ٣) فروع علم الكيمياء :

يبحث علم الكيمياء في نواحي متعددة ، وتشعب العلم لدرجة أن الإمام به أصبح ضرباً من المجال . وتحول علم الكيمياء إلى فروع متخصصة كل في مجال معين وحتى هذه الفروع تشعبت لتصبح مجموعة تخصصات قائمة بذاتها ومن هذه الفروع :

(١) الكيمياء اللاعضوية (غير العضوية) : Inorganic Chemistry –
وهي ذلك الفرع من الكيمياء الذي يبحث في طبيعة تكوين المركبات التي لا يدخل عنصر الكربون كعنصر أساسي في تركيبها .

(٢) الكيمياء العضوية : Organic Chemistry
وهي تبحث في المركبات التي يدخل عنصر الكربون كعنصر أساسي في تكوينها . وتشمل البحث في الأدوية ، العقاقير الصيدلانية ، أنواع الوقود ، الأصباغ ، الخيوط الصناعية ، الملابس ، المفرقعات ، الأسمدة ، المبيدات الحشرية ، الدائن والبلاستيك ، المنظفات الصناعية ، الصابون ، الخ . وهي أمثلة من مجمل أنشطة وصناعات تشملها الكيمياء العضوية .

(٣) الكيمياء الطبيعية (الفيزيائية) : Physical Chemistry
وهي ذلك الفرع من الكيمياء الذي يبحث في الخواص والظواهر التي ترتبط بالثوابت الفيزيائية للمادة ، وهي تحاول تفسير الظواهر الكيميائية على أساس رياضية . وقد اختص هذا الفرع من الكيمياء بالبحث في الطاقة وتحولاتها ، طاقة وسرعة التفاعلات الكيميائية ، وتأثير الإشعاع على المادة ، إنطلاق الطاقة الذرية والنووية والنيوترونية ، والكيمياء الضوئية وغيرها .

(٤) الكيمياء الحيوية : Biochemistry
وهي ذلك الفرع من الكيمياء الذي يبحث في تركيب المواد المكونة ل أجسام الكائنات الحية ، وعن التفاعلات التي تجري داخل الخلية الحية أثناء التنفس أو الإخراج أو النمو أو الإحساس أو الشيخوخة .

وقد ساهمت هذه الكيمياء الحيوية في تحضير عدد من المركبات الكيميائية الحيوية كالهرمونات النباتية والحيوانية والفيتامينات وغيرها مما مكن

من دراسة تفاعلاتها وأثارها داخل وخارج الخلية وتعويض النقص في هذه المواد بالنسبة للكائن الحي .

(٥) الكيمياء الصناعية : Industrial Chemistry

وهي الفرع في الكيمياء الذي يختص بالنواحي العملية التطبيقية من حيث تصميم الأجهزة والمعامل الكيميائية لانتاج المواد الكيميائية بمستوى من الجودة وبمواصفات قياسية محددة تلبى الحاجات الاستهلاكية والصناعية والزراعية والصناعات الغذائية والدوائية وغيرها .

(٦) الكيمياء التحليلية : Analytical Chemistry

وهي فرع يبحث في تحليل محتوى المادة الكيميائية من الناحيتين الكمية والكيفية ، وطرق وأساليب تكوينها وفصلها وتنقيتها وتحضيرها مستغلًا في ذلك طرق الكشف المختلفة .

(١ - ٤) دور العلماء المسلمين في تطور علم الكيمياء :

لقد برع المسلمون في علم الكيمياء ، وقدموا العديد من الانجازات التي ساهمت في التقدم العلمي (الحضاري) في لحظات معينة من لحظات تطور فروع العلوم المختلفة ومن بينها علم الكيمياء . ونذكر منهم جابر بن حيان والجلدكي والرازى ، وإبن سينا وابن رشد .

جابر بن حيان :

وهو أبو موسى جابر بن حيان ، ولد ببلدة طوس ببلاد فارس سنة مائة هجرية (الموافقة لعام ٧٢٠ ميلادية) . عاش جابر يتيمًا ، ورحل إلى الكوفة عندما تولى العباسيون السلطة ، واتصل بالأمام جعفر الصادق وتلذمذ عنده في علم الكيمياء .

درس ابن حيان الكيمياء والطب والتاريخ الطبيعي والفلسفة ونبغ فيها . وقد وضع مؤلفات كثيرة وصلت منها نحو خمسين مؤلفا مخطوطا . ومن أشهر مؤلفاته في علم الكيمياء كتاب الخواص الكبير ، الاحجار ، السر المكنون ، الخمائر الكبير ، الموازين ، الاصباغ والرائحة الكبير . وقد تمت ترجمة كثير من مؤلفاته إلى اللاتينية وبعض اللغات الاوربية الأخرى . وأعتبر المرجع الثقة منذ القرن الثامن حتى القرن الثاني عشر .

وقد عَرَف ابن حيان الكيمياء في كتابه العلم الالهي بانها (الفرع من العلوم الطبيعية الذي يبحث في خواص المعادن والمواد النباتية والحيوانية وطرق تولدها وكيفية اكتسابها خواص جديدة) . وقد اهتم ابن حيان بالتجربة واللاحظة في تقصيه للحقائق ، حيث قال : " أنه لم يشرح الا ما رأه بعينه ، مهملاً ما وصل لعلمه عن طريق السماع والقراءة " . وقد برع ابن حيان في استخدام الميزان في تجاربه قبل أن يستخدم في أوروبا بنحو ستة قرون .

وقد وضع ابن حيان نظرية رائدة للاتحاد الكيميائي في كتابه المعرفة بالصفة الالهية والحكمة الفلسفية حيث قال : (يظن الناس خطأ أنه عندما يتحد الزئبق والكبريت تتكون مادة جديدة ، والحقيقة أن هاتين المادتين لم تقEDA ما هيما ، وكل ما حدث أنهما تجزأنا إلى دقائق صغيرة ، وإنترجت هذه الدقائق بعضها البعض ، فاصبحت العين المجردة عاجزة عن التمييز بينها ، وظهرت المادة الناتجة من الاتحاد متجانسة التركيب ، ولو كان في مقدورنا الحصول على وسيلة تفرق بها بين الدقائق ، لأدركنا أن كلاً منها يحتفظ بهيئته الطبيعية الدائمة ، ولم يتغير مطلقاً) .

ولو اننا أمعنا النظر في هذه النظرية لوجدنا أنها تقترب من " النظرية الذرية " التي ظهرت بعد ذلك بنحو الف سنة . وعلى الرغم من أن هذه النظرية لم تعد مقبولة الان ، الا أنها تشير إلى نوع من التفكير العلمي الذي يعتمد على التجربة واللاحظة .

ولقد كان جابر بن حيان خيراً بالعمليات الكيميائية كالأذابة والتبلار والتقطير والأكسدة والاختزال فقد وصفها وبين الغرض منها . كما قام بتحضير الكثير من المواد الكيميائية مثل كبريتيد الزئبق ، وحمض التتریک ، والفولاذ وكبريتيد كل من الحديد والنحاس ، كذلك قام بصنع نوع من الطلاء يقى الملابس من البلل ويمنع صدأ الحديد . كما قام بتحضير عقاقير كثيرة من المعادن والنباتات والحيوانات ، ونوع من الورق غير قابل للاحتراق .

وفي القرنين الثالث والرابع عشر ظهرت عدة كتب في الكيمياء نسبت إلى جابر بن حيان وقد أصدر العالم هولميارد عام ١٩٢٣م دراسة مستفيضة أثبت فيها نسبة هذه الكتب باللاتينية إلى أعمال الكيميائي جابر بن حيان .

الوحدة الثانية

الجزئيات والأيونات

Molecules and Ions

(١ - ٢) مقدمة :

من النادر ان توجد الذرات حرة في الطبيعة نظرا لكونها فعالة كيميائياً ويستثنى من ذلك الغازات النادرة (الخاملة كيميائياً في الظروف العادية) . لذلك نجد أن معظم العناصر وكل المركبات توجد على شكل وحدات تركيبية ، وأهم الوحدات هي الجزيئات والأيونات .

تصور أنك تقطع قطعة من السكر الى قطع صغيرة وهذه الى قطع أصغر . وهكذا ، فالى اي مدى تستطيع ان تقطع السكر بحيث يظل محتفظاً بخواصه ؟ الجواب بالطبع هو : الى أن تصل الى جزيئات السكر لأنك لو حطمت هذه الجزيئات فانك لن تحصل على مادة السكر بل على مواد اخرى مختلفة . نستنتج من هذا أن الجزيئات هي أصغر وحدة من المادة يمكن أن توجد منفردة وتتمتع بخواص وتركيب المادة .

عليه يمكن تعريف الجزيء على النحو الآتي :

الجزيء هو أصغر وحدة من المادة يمكن أن توجد في حالة انفراد وتنظر في خواص تلك المادة . على ذلك يمكن القول إن الجزيء يمثل الوحدة التركيبية الأساسية للمادة ، ويكون من ذرتين أو أكثر ترتبط مع بعضها بقوى تسمى (الروابط الكيميائية) وسوف تكون هناك وحدة خاصة عن الروابط الكيميائية سترسها في وحدة دراسية لاحقة .

(٢ - ٢) جزيئات العناصر :

تتكون جزيئات العناصر من ذرات نفس العنصر ، وبما أن الغازات النادرة تتكون من ذرات مستقرة (لا تتجاوز لتكون جزيئات) فانها تسمى مجازاً " جزيئات " آحادية الذرة مثل الأرجون Ar والنيون Ne .

وتتألف جزيئات سبعة من العناصر من ذرتين مرتبطتين برابطة كيميائية تسمى (رابطة إسهامية) وتسمى لذلك بالجزيئات ثنائية الذرة . وهذه العناصر هي الغازات الشائعة الثالثة : الهيدروجين H_2 ، والاوكسجين O_2 ، والنيتروجين N_2 ، بالإضافة إلى غازى الفلور F_2 ، والكلور Cl_2 ، وكذلك البروم السائل Br_2 ، واليود الصلب I_2 . وسوف نتعرف بالتفصيل على طريقة تكوين تلك الروابط .

هناك بعض العناصر اللافزية الصلبة التي تكون جزيئاتها من أكثر من ذرتين وتسمى هذه الجزيئات بالجزيئات عديدة الذرات مثل جزئ عنصر الفوسفور الأبيض P_4 الذي يتتألف من أربع ذرات ، وجزئ عنصر الكبريت S_8 الذي يتتألف من ثمان ذرات . أما عنصر الكربون فيوجد على هيئة جزيئات ضخمة ذات أحجام غير محددة تحتوى على أعداد كبيرة من الذرات . ولغرض التسهيل غالباً ما نرمز في التفاعلات الكيميائية لعنصر الكبريت بالرمز S ، ولعنصر الفسفور بالرمز P ، ولعنصر الكربون بالرمز C .

أما ذرات الفلزات فلا تكون جزيئات وإنما ترتبط ببعضها البعض بواسطة روابط تعرف بالروابط اللافزية (المعدنية) مكونة بلورات فلزية .

(٢ - ٣) جزيئات المركبات :

لقد سبق أن عرفت أن المركب يتكون من اتحاد عنصرين أو أكثر اتحاداً كيميائياً . وبناءً على ذلك فإن جزيئات المركبات تتكون من ذرات مختلفة . وهنالك نوعان رئيسيان من المركبات هما المركبات الإسهامية ، والمركبات الأيونية .

ففي المركبات الإسهامية ترتبط ذرات اللافزات بروابط اسهامية حيث تسهم كل ذرة عنصر ببعض من الكتروناتها الخارجية أو كلها لتكون الرابطة الإسهامية . أما في المركبات الأيونية فيحدث إنتقال الألكترونات الخارجية من ذرة عنصر الفلزى إلى ذرة عنصر اللافزى وتت تكون بذلك الرابطة الأيونية .

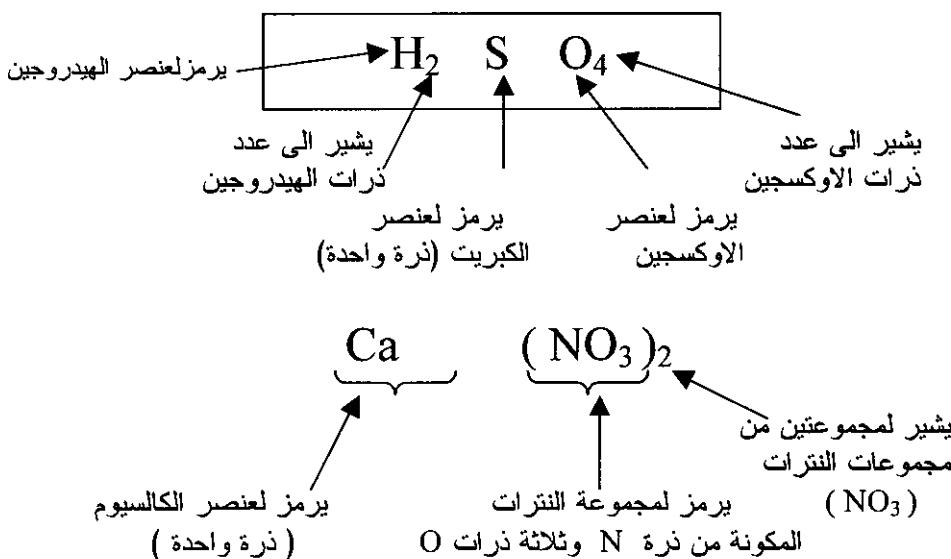
تمثل الصيغ الكيميائية هذه المركبات ببساط نسبة عدبية بين ذرات العناصر المكونة لها ، حيث نجد أن نسبة ذرات الكربون إلى ذرات الاوكسجين

في جزء ثانى أوكسيد الكربون هى $2:1$ ، لذلك فإنه يمثل بالصيغة CO_2 .
 كذلك نجد أن نسبة أيونات الصوديوم إلى أيونات الكلور في مركب كلوريد الصوديوم هى $1:1$ ، لذا فإن كلوريد الصوديوم يمثل بالصيغة NaCl ونفس الشئ يقال عن المركبات الايونية الأخرى مثل كبريتيد البوتاسيوم K_2S ، وبروميد المغنيزيوم MgBr_2 ، وكلوريد الكالسيوم CaCl_2 ... الخ .
 تسمى المركبات بشكل عام ، سواء كانت اسهامية أو أيونية ، والتي تحتوى على عنصرين فقط بالمركبات الثنائية . أما تلك التي تحتوى على ثلاثة عناصر فتُدعى المركبات الثلاثية ، وهكذا ...
 ما توضحه الصيغ الكيميائية للمركبات :

- ١- تشتمل الصيغة الكيميائية للمركب على رموز جميع العناصر في ذلك المركب .
- ٢- عندما تحتوى الصيغة على ذرة واحدة من أحد العناصر المكونة للمركب فإن رمز ذلك العنصر يمثل تلك الذرة .
- ٣- عندما تحتوى الصيغة على أكثر من ذرة من أحد عناصر المركب فإن عدد ذرات ذلك العنصر يكتب أسفل يمين تلك العنصر . مثلاً في جزء الماء H_2O ، فالرقم 2 يشير إلى عدد ذرات الهيدروجين في جزء الماء .
- ٤- عندما تحتوى الصيغة على أكثر من مجموعة أيونية واحدة فإن تلك المجموعة توضع بين قوسين ويوضع أسفل المجموعة إلى اليمين رقم يشير إلى عدد المجموعات الايونية . مثلاً في صيغة مركب نترات الصوديوم NaNO_3 وحيث لا تحتوى تلك الصيغة إلا على مجموعة واحدة من النترات فلا داعي لوضع تلك المجموعة بين قوسين . أما في حالة نترات الكالسيوم $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ، وحيث توجد مجموعتان من النترات فيلزم هنا وضع المجموعة بين قوسين وكتابة الرقم 2 أسفل خارج القوس للمجموعة . هذه الصيغة $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ تعنى أن جزء نترات الكالسيوم يحتوى على سبع ذرات من ثلاثة عناصر مختلفة : ذرة كالسيوم ، وذرتى نتروجين ، وست ذرات أوكسجين .

٥- توضح الصيغة الكيميائية فقط نوع وعدد ذرات العناصر المكونة للجزء، لكنها لا توضح طريقة ترتيب تلك الذرات في جزء المركب ولا كيفية الارتباط الكيميائي لتلك الذرات مع بعضها البعض .

الشكل رقم (١-٢) يوضح الصيغة الجزئية لكل من: H_2SO_4 ، $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$



(٤-٢) الأيونات :

إنّ ذرات العناصر متعادلة الشحنة ، فهي تحتوى على عدد من البروتونات الموجبة الشحنة يساوى عدد الإلكترونات السالبة الشحنة . وعندما تفقد الذرة M بعض أو كل إلكتروناتها الخارجية تصبح بذلك موجبة الشحنة لأنّ عدد بروتوناتها يصبح أكبر من عدد الكتروناتها . وهكذا تصير الذرة M مشحونة بشحنة موجبة واحدة M^+ إذا فقدت الكتروناً واحداً ، وبشحتين موجبيتين M^{2+} إذا فقدت الكترونين وهكذا . وتصبح الذرة في هذه الحالة أيونًا موجباً .

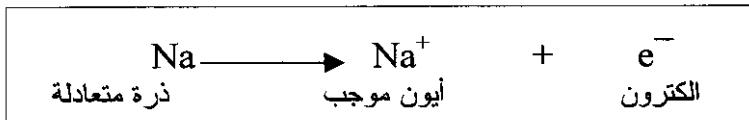
اما إذا اكتسبت الذرة المتعادلة الكتروناً او أكثر فانها تصبح سالبة الشحنة لأن عدد الكتروناتها يصبح أكبر من عدد بروتوناتها . وهكذا تعتبر الذرة X^- مشحونة بشحنة سالبة واحدة X^- إذا اكتسبت الكتروناً واحداً ، وبشحتين سالبيتين X^{2-} إذا اكتسبت الكترونين وهكذا . وتصبح الذرة في هذه الحالة أيوناً سالباً .

تلاحظ أن شحنة الأيون تكتب في الجانب العلوي اليمين لرمز العنصر حيث تدل العلامة + او - على يمين العدد على أن الشحنة موجبة او سالبة على الترتيب ، كما يدل العدد على مقدار الشحنة أى على عدد الألكترونات المفقودة او المكتسبة . وعندما تكون الشحنة آحادية فيكتفي بكتابة العلامة + او - فقط بدون عدد .

(أ) الأيونات الموجبة : (الكاتيونات) (Cations)

لقد عرفت سابقاً أن ذرات العناصر الفلزية (المعدنية) تميل إلى فقدان الكتروناتها الخارجية لتحصل على التركيب الألكترونى الثابت المماثل للغاز الخامل الأقرب ، وبذلك تتحول إلى أيونات موجبة .

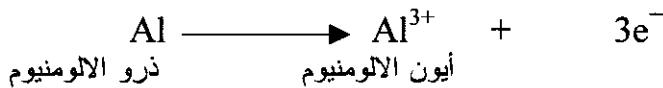
تحتوي ذرة الصوديوم على أحد عشر الكتروناً وأحد عشر بروتوناً ، وتنتزع الألكترونات كما يلي : 2 ، 8 ، 1 . أما أيون الصوديوم فيحتوى على عشرة الكترونات ونفس العدد من البروتونات الموجودة في ذرة الصوديوم وتنتزع الكترونات أيون الصوديوم كما يلي : 2 ، 8 . وتعرف عملية تحول ذرة الصوديوم المتعادلة إلى أيون الصوديوم الموجب بالتأين وتنكتب معادلة التأين على النحو التالي :



كذلك نجد أن ذرة المغنتزيوم التي تحتوى على أثنتي عشر الكتروناً وأثنتي عشر بروتوناً ، تنتزع الألكترونات كما يلي : 2 ، 8 ، 2 . أما أيون المغنتزيوم فيحتوى على عشرة الكترونات ونفس العدد من البروتونات الموجودة في ذرة المغنتزيوم . وتنكتب معادلة تأين المغنتزيوم على النحو التالي :



أما التخلّى عن أكثر من الكترونين وتشكيل الأيون M^{3+} فليس عملية سهلة ، كما هو الحال في الألومنيوم :



ويقل وجود أيونات من النوع M^{4+} .

وتتحمل الأيونات الموجبة لبعض العناصر شحنات مختلفة فنجد مثلاً أن ذرة الحديد قد تفقد الكترونين $2e^-$ لتعطي أيونات ثنائية الشحنة Fe^{2+} ، أو تفقد $3e^-$ وتتحول إلى أيونات ثلاثة الشحنة Fe^{3+} . وتسمى مثل هذه الأيونات بـ الأيونات المتغيرة الشحنة .

وهنالك عناصر مثل الخارصين Zn ، والكاديوم Cd ، والفضة Ag ، وتعطى أيونات محددة الشحنة : Zn^{2+} ، Cd^{2+} ، وتسمى مثل هذه الأيونات بـ الأيونات المحددة الشحنة .

وبشكل عام يطلق على الأيون الموجب المحدد الشحنة نفس أسم العنصر ، مثل أيون الصوديوم Na^+ ، وأيون الكالسيوم Ca^{2+} وأيون الألومنيوم Al^{3+} . أما الأيونات المتغيرة الشحنة فتسمى باسم العنصر متبعاً برقم روماني (I) (II) (III) الخ ، يدل على الشحنة .

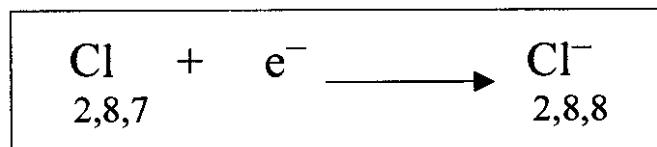
أيون الحديد (III) : Fe^{3+} ، وأيون الحديد (II) : Fe^{2+} ، أيون القصدير (II) : Sn^{2+} . وهكذا .

ومن الجدير بالذكر أن كثيراً من كتب الكيمياء القديمة تستخدم التسمية القديمة للأيونات الموجبة المتغيرة الشحنة (المتعددة الشحنة) حيث تضاف النهاية (وز) في نهاية اسم العنصر لتدل على الأيون ذي الشحنة الأدنى ،

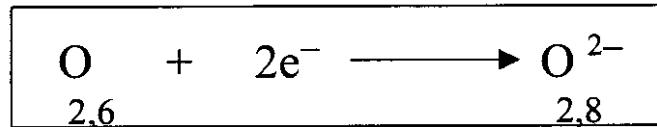
والنهاية (ـيك) تدل على الايون ذى الشحنة الاعلى . وتبعداً لذلك كان الايون Fe^{2+} يدعى ايون الحديدوز . والايون Fe^{3+} ايون الحديديك . ولقد تم الانفاق على التخلی عن كل هذه الاضافات والاکقاء باسم العنصر وبعد روماني يوضع بجانبه ليدل على عدد الشحنات التي يحملها ايون ذلك العنصر . فالمركب FeCl_2 يطلق عليه اسم كلوريد الحديد (II) والمركب FeCl_3 يدعى كلوريد الحديد (III) وهكذا .

(ب) الأيونات السالبة (Anions) :

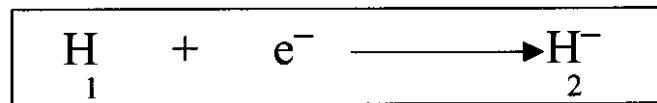
تميل ذرات اللافزات المتعادلة الى اكتساب الكترون واحد او اكثر ليصبح تركيبها الالكتروني مماثلا للغاز النادر الذي يليها في الترتيب وبذلك تتحول الى ايونات سالبة الشحنة . لذاخذ عنصر الكلور كمثال حيث نجد أن ذرة الكلور المتعادلة التي تحتوى على سبعة عشر بروتونا وسبعة عشر الكترونا تكتسب الكترونا واحداً عندما يتحول الى ايون الكلور السالب :



وتميل ذرة الاوكسجين الى اكتساب الكترونين :



كذلك يمكن لذرة الهيدروجين في بعض الاحيان ان تكتسب الكترونا متحوله الى ايون سالب أحادي الشحنة :



تسمى الأيونات السالبة التي تتشكل من ذرة واحدة بأسماء مؤلفة من بادئة

ولاحقة . ويتم توليد (اشتقاق) البايئه من اسم العنصر ، أما اللاحقة المميزة فهي (يد) أنظر الجدول رقم (٢ - ١) .
أسماء بعض الأيونات آحادية الذرة :

رمز الايون	البايئه + يد (اسم الايون)	بايئه اسم الايون	اسم العنصر
H^-	هيدريد	هيدر	هيدروجين
O^{2-}	أوكسيد	أوكس	أوكسجين
P^{3-}	فوسفید	فوسف	فوسفور
S^{2-}	كبريتيد	كبريت	كبريت
C^{4-}	كربيد	كرب	كريون
N^{3-}	نيترید	نيتر	نيتروجين
Cl^-	كلوريد	كلور	كلور
F^-	فلوريد	فلور	فلور
Br^-	بروميد	بروم	بروم
I^-	يوديد	يود	يود

٤ - ٥ التكافؤ : Valency

يعرف العدد الذى يدل على قيمة شحنة الايون بالتكافؤ ، فمثلا يكون عنصر الاوكسجين في معظم مركباته ثنائى التكافؤ ، نظرا لانه في هذه المركبات على هيئة O^{2-} ، أما الصوديوم الذى يكون على شكل أيون آحادى الشحنة Na^+ فيعتبر آحادى التكافؤ . وهكذا ولا بد أن نذكر هنا أن شحنة الايون البسيط سواء كانت موجبة أو سالبة تعبر عما يعرف بعدد أكسدة العنصر . Oxidation number

٤ - ٦ الأيونات عديدة الذرات (المجموعات الأيونية) :

وهي الأيونات التى تحتوى على أكثر من ذرة لأكثر من عنصر ويطلق عليها الأيونات العديدة الذرات أو (المجموعات الأيونية) . تحمل هذه

المجموعات الأيونية شحنات موجبة أو سالبة ، ويبين الجدول بعض المجموعات الأيونية الشائعة وأسماءها :

الجدول رقم (٢ - ٢) - بعض المجموعات الأيونية

الصيغة	اسم المجموعة الأيونية	الصيغة	اسم المجموعة الأيونية
HSO_4^-	الكبريتات الهيدروجينية	NH_4^+	الامونيوم
SO_4^{2-}	الكبريتات	OH^-	الهيدوركسيد
PO_3^{3-}	الفوسفيت	CN^-	السيانيد
H_2PO_4^-	الفوسفات ثنائية الهيدروجين	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	الخلات (الاستات)
HPo_4^{2-}	الفوسفات أحادية الهيدروجين	NO_2^-	النتريل
PO_4^{3-}	الفوسفات	NO_3^-	النترات
MnO_4^-	البيرمنجتان	ClO_3^-	الكلورات
CrO_4^{2-}	الكرومات	ClO_4^-	فوق الكلورات
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	ثنائي الكرومات	HCO_3^-	الكربونات الهيدروجينية (البيكربونات)
		CO_3^{2-}	الكربونات
		SO_3^{2-}	الكبريتات

لعلك تلاحظ أن تسمية المجموعات الأيونية التى تحتوى على الاوكسجين تم بكتابه بائنة هي أسم العنصر (الذى يوجد مع الاوكسجين) مثل الكلور والكبريت والكروم . الخ متبرعة بالنهاية (ات) أو (يت) ، حيث تشير النهاية (ات) إلى وجود عدد من ذرات الاوكسجين أكبر مما في الايون الذى ينتهي اسمه بـ (يت) . الا أن هذه النهايات لا تشير إلى العدد المطلق لذرات الاوكسجين . فمثلاً صيغتا النترات والنتریت هما على الترتيب NO_3^- و NO_2^- بينما صيغتا الكبريتات والكبريتیت هما على الترتيب SO_4^{2-} و SO_3^{2-} . لذلك يجب حفظ هذه الايونات وصيغها .

تلاحظ كذلك في الجدول أن هناك أيونين من الايونات العديدة الذرات السالبة التي لانستعمل في تسميتها النهايات (ات) و (يت) وهما أيون الهيدروكسيد OH^- ، وأيون السیانید CN^- . حيث يسميان باستخدام النهاية (يد) كما في الايونات السالبة آحادية الذرة .

توجد كذلك بعض المجموعات الأيونية الأوكسجينية السالبة والتي تحتوى على هيدروجين ، وهذه تسمى بنفس أسم الايون الاوكسجيني السالب متبرعاً بالصفة (الهيدروجينية) فمثلاً تسمى HCO_3^- الكربونات الهيدروجينية و HSO_4^- الكبريتات الهيدروجينية و HPO_4^{2-} الفوسفات آحادية الهيدروجين ، وهكذا . لاحظ أننا لم نقل الكربونات الآحادية الهيدروجين أو الكبريتات الآحادية الهيدروجين لأنه معروف ضمناً بأنه لا يوجد سوى آحادية فقط بعكس الفسفات التي قد تكون آحادية أو ثنائية الهيدروجين ، وفي هذه الحالة يجب ذكر الرقم الذي يدل على ذرات الهيدروجين في الايون .

إن السبب الذي يجعلك تفترض أن الكربونات أو الكبريتات ضمناً آحادية الهيدروجين هو أن هاتين المجموعتين مصدرهما حامضان ثنائياً الهيدروجين و هما حامض الكربون (IV) (الكربونيک) H_2CO_3 و حمض الكبريت (VI) (الكبريتیک) H_2SO_4 ، لذلك فإن إزاحة هيدروجين واحد من أي من الحامضين يعطى الأيون الهيدروجيني ، أما إزاحة الهيدروجين الثاني فيعطي أيون الكربونات CO_3^{2-} ، أو أيون الكبريتات SO_4^{2-} . أما في حالة مجموعات الفسفات فهي مجموعات مصدرها حامض الفوسفور (V) (الفوسفوریک) ، وهو حامض ثلاثي الهيدروجين . لذا فإنه يمكن إزاحة هيدروجين واحد من

جزء الحامض لنحصل على مجموعة الفوسفات الثنائية الهيدروجين H_2PO_4^- ويمكن ازاحة أثين من الهيدروجين لنحصل على مجموعة الفوسفات الاحادية الهيدروجين HPO_4^{2-} .

نلاحظ عند كتابة صيغ المجموعات الأيونية عموماً نكتب رمز الأوكسجين على يمين رمز العنصر الآخر الذي غالباً ما يكون لافزاً . ستُرى فيما بعد أن المجموعات الأيونية تشتراك في معظم التفاعلات كوحدة واحدة ، أي كما يفعل الأيون احدى الذرة ، حيث أن ذرات العناصر المكونة للمجموعات الأيونية لا تفصل عن بعضها أثناء أغلب تفاعلات هذه المجموعة الأيونية .

(٧ - ٢) كتابة الصيغ الكيميائية للمركبات :

أولاً : إذا كان جزء المركب يتكون من أيونين يحملان شحنات متفقة عديما ولكنها مختلفة الاشارة فانهما يتحداان بنسبة ١:١ . الامثلة الواردة في الجدول **(٢ - ٣)** توضح ذلك :

الجدول (٢-٣) أسماء وصيغ بعض المركبات

الصيغة الكيميائية	الإيونات	اسم المركب
Na Cl	Na ⁺ ، Cl ⁻	كلوريد الصوديوم
KBr	K ⁺ ، Br ⁻	بروميد البوتاسيوم
CaO	Ca ²⁺ ، O ²⁻	أوكسيد الكالسيوم
MgSO ₄	Mg ²⁺ ، SO ₄ ²⁻	كبريتات المغنيزيوم
AlPO ₄	Al ³⁺ ، PO ₄ ³⁻	فوسفات الألومنيوم

يتضح من الأمثلة أعلاه أن المجموع الجبرى للشحنات الموجبة والسالبة المحمولة على الأيونات المكونة للجزء الواحد يساوى صفرًا . يقودنا هذا الاستنتاج إلى القاعدة الثانية في كتابه الصيغ الكيميائية للمركيبات .

ثانياً : إذا كان جزء المركب يتكون من أيونين يحملان شحنات مختلفة عددياً ومتعددة الإشارة كذلك ، فإنهما يتحادان بنسبة هي عكس نسبة الشحنات التي تحملها الأيونات ، يعني هذا أننا قد نحتاج إلى أكثر من أيون واحد في بعض الأحيان . في هذه الحالة فإن عدد الأيونات يشار إليه برقم يكتب أسفل يمين رمز الأيون . مثلاً Na_2O تعنى أن هناك أيونين من الصوديوم وأيون واحد من الأوكسيد في صيغة أوكسيد الصوديوم .

عندما تكون هناك حاجة لاثنين أو أكثر من المجموعات الأيونية في صيغة المركب فإن المجموعة الأيونية توضع بين قوسين ثم يكتب رقم أسفل يمين القوس الأيمن يشير إلى عدد المجموعات الأيونية مثلاً :

الصيغة : $\text{Ca}(\text{OH})_2$ تشير إلى أن جزء هيدروكسيد الكالسيوم يحتوى على أيون واحد من الكالسيوم ومجموعتين من أيون الهيدروكسيد .

ابه من المهم عند كتابة الصيغ الكيميائية للمركبات التي تحتوى على مجموعات أيونية ، الاحتفاظ لتلك المجموعات بتماسكها ووحدتها .

دعنا الآن ننظر إلى المركب فوسفات الصوديوم الذى يحتوى على أيونات الصوديوم والفوسفات . يحمل أيون الصوديوم شحنة موجبة واحدة : Na^+ ؛ بينما يحمل أيون الفوسفات ثلث شحنات سالبة PO_4^{3-} . إذن نحتاج إلى ثلاثة أيونات صوديوم لتنحد مع مجموعة واحدة من الفوسفات بحيث يكون المجموع الجوى للشحنات الموجبة والسلبية صفراء في جزء مركب فوسفات الصوديوم الذى يكتب هكذا : Na_3PO_4 .

في الجدول رقم (٤ - ٢) تجد مزيداً من الأمثلة :

الجدول (٤ - ٢) أسماء وصيغ مرکبات أخرى

الصيغة الكيميائية للمركب	الأيونات	اسم المركب
MgCl_2	Mg^{2+} ، Cl^-	كلوريد المغنيزيوم
K_2SO_4	K^+ ، SO_4^{2-}	كبريتات البوتاسيوم
AlF_3	Al^{3+} ، F^-	فلوريد الألومنيوم
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Fe^{3+} ، SO_4^{2-}	كبريتات الحديد (III)
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	NH_4^+ ، CO_3^{2-}	كربيونات الامونيوم
$\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$	Ba^{2+} ، PO_4^{3-}	فوسفات الباريوم

المجموع الجبرى لعدد الشحنات الموجبة والسلبية التى تحملها الذرات (الأيونات) المكونة لجزء المركب يساوى صفرأ .

- لعلك تكون قد لاحظت أن عدد الشحنات الموجبة أو السلبية التي تحملها الذرة (أو المجموعة الأيونية) تساوى عددياً تكافؤ تلك الذرة أو المجموعة الأيونية .
لذا لابد لكتابه الصيغ الكيميائية للمركبات أن تكون ملماً بالاتي :
- رموز العناصر والمجموعات الأيونية الداخلة في تكوين ذلك المركب .
 - تكافؤات تلك العناصر والمجموعات الأيونية .

تمرين على الوحدة الثانية

- ما الفرق بين الذرة والجزء ؟
 - أذكر بعض العناصر التي توجد على هيئة جزيئات آحادية الذرة وعناصر أخرى توجد على هيئة جزيئات ثنائية الذرة .
 - ما الفرق بين الرمز والصيغة ؟ وما الفرق بين $2H$ ، H_2 ؟
 - ماذا يقصد بالأيونات عديدة الذرات ؟ كيف تسمى الأيونات عديدة الذرات التي تحتوى على الاوكسجين ؟
 - طابق أسماء العناصر مع رموزها فيما يلى :
- | | | |
|-------|----------|---------|
| (أ) | O (1) | كريبون |
| (ب) | Ca (2) | يود |
| (ج) | I (3) | كبريت |
| (د) | C (4) | كالسيوم |
| (ه) | S (5) | ذهب |
| (و) | Au (6) | اوكسجين |

-٦ اكتب اسم كل من الأيونات الآتية :
 NH_4^+ ، HSO_4^- ، ClO_3^- ، NO_2^- ، MnO_4^- ، H^- ، Na^+

-٧ اكتب صيغ كل من الأيونات الآتية :
أيون الكبريتيد ، أيون النحاس ، أيون النترات ، أيون الفوسفيت ،
أيون الفوسفات ثنائية الهيدروجين ، أيون اليودات ، أيون الكربونات
الهيدروجينية .

الوحدة الثالثة

الروابط الكيميائية – Chemical Bonds

(٣ - ١) مقدمة :

رأينا فيما سبق عند دراسة تركيب الذرة أن لكل عنصر تركيباً إلكترونياً يختلف عن الآخر وإن ترتيب الألكترونات بطرق معينة تنتج عنه ذرات مستقرة تكون العناصر الكيميائية المختلفة . ولما كانت الأجسام في الكون تسعى إلى إتخاذ التركيب الذي تكون طاقتها بموجبه في أدنى مستوى ممكن ، فإنه من الطبيعي أن نعتبر أن التركيب الإلكتروني لذرات العناصر ، من شأنه أن يجعلها في أدنى مستوى من الطاقة .

السؤال الذي يتadar إلى الأذهان الآن هو : إذا كانت ذرات العناصر بتركيبها الإلكتروني مستقرة لأنها في أدنى مستوى من الطاقة فلماذا تميل ذرات كثيرة من العناصر إلى الاتحاد أو الارتباط بذرات العناصر الأخرى لتكون المركبات ؟ .

ولعل الإجابة المنطقية عن هذا السؤال هي أنه عندما تتحد ذرات عنصر ما مع ذرات عنصر آخر لتكون مركباً كيميائياً ، إنما تفعل ذلك لأن طاقة المركب الناتج أقل من مجموع طاقات الذرات المفردة للعناصر المكونة له ، تنشأ بين الذرات التي تتحد مع بعضها قوى تجعلها مرتبطبة ببعضها . يؤدى نشوء مثل هذه القوى بين الذرات إلى تكوين ما يعرف بالروابط الكيميائية .

(٣ - ٢) أنواع الروابط الكيميائية :

عند النظر إلى الجدول الآتي الذي يوضح التركيب الإلكتروني لذرات الغازات النادرة نلاحظ أن الغلاف الخارجي لذرة كل عنصر (عدا الهليوم) يحتوى على ثمانية إلكترونات ، على الرغم من أن الأغلفة الخارجية لذرات كل من الأرجون والكريبتون والزريون والرادون لا تحتوى على العدد الأقصى من الإلكترونات . لذا يمكن القول أن كل الغازات النادرة (الخاملة) تتميز ذراتها في أن الغلاف الإلكتروني الخارجي لذرة كل من هذه الغازات يحتوى على ثمانية

الكترونات (عدا الهليوم الذى يحتوى غلافه الخارجى على الكترونين وهو أقصى عدد من الالكترونات يمكن أن يستوعبه هذا الغلاف) .
 العناصر الواردة في الجدول رقم (٣ - ١) تعرف بالغازات الخاملة أو النادرة وذلك لندرة وجودها في الطبيعة . كذلك توصف هذه الغازات بأنها خاملة لأنها لا تدخل في تفاعلات كيميائية عند الظروف العادية .

الجدول رقم (٣ - ١)

الغازات الخاملة ، اسماؤها ، رموزها ، وتراكيبها الالكترونية

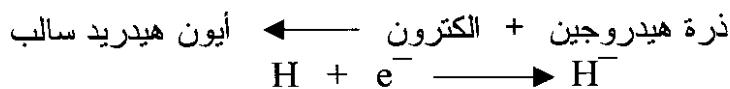
التركيب الالكتروني	العدد الذري	الرمز	إسم الغاز
K L M N O P			
2	2	He	هيليوم
2 8	10	Ne	النيون
2 8 8	18	Ar	الارجون
2 8 18 8	36	Kr	الكريتون
2 8 18 18 8	54	Xe	الزنينون
2 8 18 32 18 8	86	Rn	الرادون

التركيب الالكتروني لذرات الغازات الخاملة :

أن التركيب الالكتروني المميز للغازات الخاملة بوجود ثمانية الكترونات في الغلاف الخارجى لابد أن تكون له صلة وثيقة بالخمول الذى تتميز به ذرات تلك الغازات . حيث يعد ذلك التركيب مستقرًا مما يصعب معه إضافة أو انتزاع الكترونات لذلك الغلاف الخارجى المستقر . لذا فإن ذرات هذه العناصر تجد صعوبة بالغة في الانتحاد مع ذرات أخرى لتكون مركبات في الظروف العادية . تمثل ذرات العناصر الأخرى إلى إمتلاك هذا التركيب الالكتروني المستقر وذلك يجعل أغلفتها الخارجية تحتوى على هذا العدد المميز من الالكترونات (ثمانية الكترونات) . لذا فإن التفاعلات الكيميائية التي تدخل فيها بقية العناصر هي في الواقع محاولة من تلك العناصر لكي تصل بذراتها إلى

غلاف الكترونى خارجى يحتوى على ثمانية الكترونات . وتصل ذرات العناصر عادة الى هذا التركيب الالكترونى المستقر اما بفقدان الكترونات من الغلاف الخارجى أو باكتساب الكترونات لذلك الغلاف أو بالمشاركة فى الكترونات مع ذرات أخرى .

ودعنا نضرب مثلا بذرة الهيدروجين التى تمتلك الكترونا واحدا في غلافها إذ يمكن لهذه الذرة ان تكتسب الكترونا آخر ليصبح لها تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لذرة الهليوم وبالتالي تتحول ذرة الهيدروجين المتعادلة الى أيون سالب يحمل شحنة سالبة واحدة .

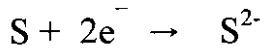


اما ذرة الفلور والتى لها سبعة الكترونات في غلاف الطاقة الخارجى فيمكنها اكتساب الكترون واحد الى غلاف الطاقة الخارجى ليصبح لها تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لذرة النيون وتتحول وبالتالي ذرة الفلور المتعادلة الى أيون الفلوريد السالب بشحنة واحدة .



اما ذرة الكبريت والتى لها ستة الكترونات في غلاف التكافؤ (غلاف الطاقة الخارجى) : $16S:2, 6, 8$ فيمكنها اكتساب الكترونين ليصبح لها تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لذرة الأرجون وتتحول وبالتالي ذرة الكبريت المتعادلة الى أيون الكبريتيد السالب بشحتين .

ذرة كبريت + الكترونات \leftarrow ايون كبريتيد سالب



اما ذرة الصوديوم والذى لها الكترون واحد في غلاف الطاقة الخارجى (وهو الغلاف الثالث في الذرة) والذى يسبقه غلاف يشتمل على ثمانية الكترونات .



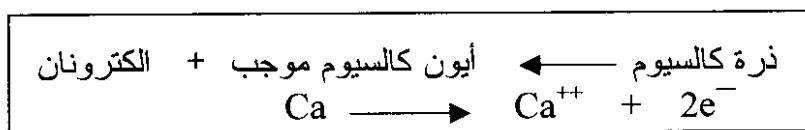
يمكن لذرة الصوديوم هذه أن تفقد الالكترون الوحيد الموجود في الغلاف الخارجى ليصبح غلافها الخارجى وهو الغلاف الثانى محتويا على ثمانية الكترونات . ويصبح لها وبالتالي تركيب الكترونى مشابه لذرة النيون . إلا أن ذرة الصوديوم بفقدانها الكترونا تحول الى ايون الصوديوم الموجب بشحنة واحدة ، ويصبح لها وبالتالي تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لغاز النيون .

ذرة صوديوم \leftarrow ايون صوديوم موجب + الكترون



يمكن لذرة الكالسيوم التي لها الكترونات في غلاف الطاقة الخارجى (وهو الغلاف الثالث) أن تفقد هذين الالكترونين متحولة الى ايون الكالسيوم الموجب والذى يحتوى على ثمانية الكترونات في غلافها الثانى (والذى أصبح هو الغلاف الاخير) .

ويصبح لها وبالتالي تركيب الكترونى مشابه للتركيب الإلكترونى لذرة الارجون .



لعله قد يتضح لك الآن أن ذرات بعض العناصر لها ميل لفقد واحد أو أكثر من الكتروناتها الخارجية أو اكتساب الكترون أو أكثر في غلاف الطاقة الخارجية ليصبح تركيبها الإلكتروني مشابها للتركيب الإلكتروني لاقرب غاز خامل .

الذرات التي تمثل عادة لفقد الكتروناتها هي ذرات الفلزات ، أما الذرات التي تمثل عادة لاكتساب الالكترونات فهى ذرات اللافزات . لماذا ؟

مثال :

كيف يمكن لذرة الأوكسجين أن تصل إلى تركيب الكترونى مشابه للتركيب الإلكترونى لاقرب غاز خامل ؟
العدد الذرى للأوكسجين 8 إذن تتوزع الالكترونات في ذرة الأوكسجين على النحو الآتى :

2 الكترون في المدار الاول

6 الكترون في المدار الخارجى

إذن تستطيع ذرة الأوكسجين الوصول إلى التركيب الإلكتروني لاقرب غاز خامل وهو النيون Ne باكتساب الكترونين في مدارها الخارجى ليصبح توزيع الكتروناتها على النحو التالي : 2 في المدار الاول 8 الكترونات في المدار الخارجى .

مستخدماً الطريقة التي إتبعت في المثال أعلاه ووضح :

كيف يمكن لذرات العناصر التالية أن تصل إلى تركيب الكترونى مشابه للتركيب الإلكترونى لاقرب غاز خامل بفقدان أو إكتساب الكترونات ، والذرات هي :

${}_{17}^{35}Cl$ ${}_{13}^{27}Al$ ${}_{9}^{19}F$ ${}_{15}^{31}P$

قاعدة عامة :

تميل الذرات التي يوجد في غلافها الخارجي عدد من الالكترونات يتراوح بين ١ - ٣ وهي المعروفة بالفلازات ، تميل عادة لفقد الكترونات الغلاف الخارجي متحولة الى أيونات تحمل شحنات كهربائية موجبة يشابه تركيبها الالكتروني التركيب الالكتروني لاقرب غاز خامل .

اما الذرات التي يوجد في غلافها الخارجي عدد من الالكترونات يتراوح بين ٤ - ٧ وهي المعروفة باللافلات تميل عادة الى اكتساب الكترونات الى الغلاف الخارجي متحولة الى أيونات ذات شحنات كهربائية سالبة يشابه تركيبها الالكتروني التركيب الالكتروني لاقرب غاز خامل .

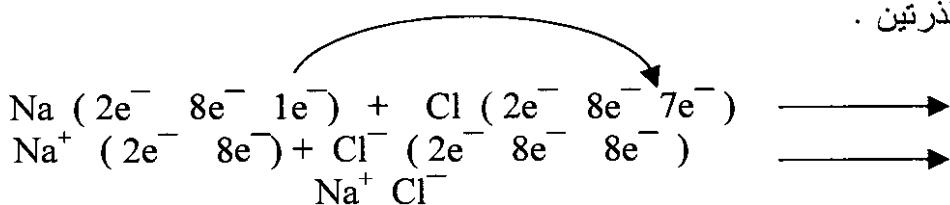
كيف يمكن لبعض الذرات ان تصل لتركيب الكتروني مستقر بالمشاركة في الكترونات مع ذرات اخرى ؟

عند تكوين جزء الهيدروجين H_2 من ذرتى هيدروجين ليس هناك ما يبرر ميل احدى ذرتى الهيدروجين لفقد الكترون لتكسبه الذرة الاخرى من جزء اذ ان لكلتا الذرتين نفس الميل لفقدان او اكتساب الكترون . إن ما يحدث فى هذه الحالة ان كل ذرة من الذرتين تسهم بالكترون في الغلاف الخارجي لتكون الذرتان زوجا كترونيا مشتركا . وسوف تتم مناقشة هذا الأمر بشئ من التفصيل عندما نتعرض للحديث عن الرابطة الكيميائية التي تتشاء فى هذا النوع من الجزيئات .

بناءً على ما سبق من المتوقع أن ترتبط ذرات العناصر مع بعضها البعض بطريقتين رئيسيتين هي الترابط الابيوني الذي يتم عن طريق انتقال الالكترونات من الغلاف الالكتروني الخارجي لذرة عنصر ما الى الغلاف الالكتروني الخارجي لذرة عنصر آخر ، والترابط الاسهامي الذي يتم عن طريق مشاركة ذرتين لبعضهما البعض في الالكترونات الموجودة في الغلاف الالكتروني الخارجي لكل منها .

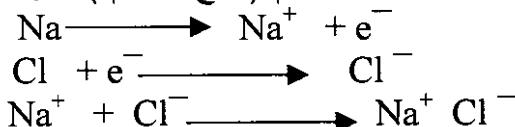
(٣ - ٣) الرابطة الايونية Ionic Bond :

لقد لاحظت في الفقرة (٢ - ٢) كيف يمكن لذرة الصوديوم الوصول إلى تركيب الكتروني مستقر بفقدان الالكترون الوحيد الموجود في الغلاف الخارجي . ولعلك قد استطعت كذلك أن تصل بذرة الكلور إلى تركيب الكتروني شبيه بالتركيب الالكتروني لذرة الارجون (^{18}Ar) وفيما يلي تلخيص لما حدث للذرتين .



يتم الترابط بين الايون الموجب والايون السالب نتيجة للتجاذب الكهربائيى بينهما . والتجاذب الكهربائيى هو التجاذب الذى ينشأ بين جسيمات تحمل شحنات كهربائية متضادة . والايونات عبارة عن جسيمات تحمل شحنات كهربائية سالبة أو موجبة .

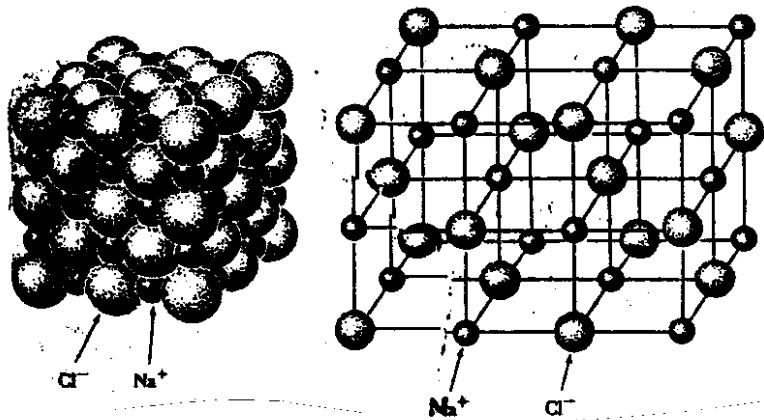
إن الفاعل الكيميائى الذى يحدث بين الصوديوم والكلور يؤدى إلى تكوين كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) عبر الخطوات التالية :



يتكون كلوريد الصوديوم الصلب من بلورات مكعبية تحتوى على أعداد كبيرة من أيونات الصوديوم وأيونات الكلور مرتبة بطريقة معينة بحيث يرتبط فيها كل أيون من أيونات الصوديوم بسته من أيونات الكلوريد وبالمثل فإن كل أيون من أيونات الكلوريد نجده في البلورة مرتبطاً بسته من أيونات الصوديوم ، (عدا عند سطح البلورة) .

على ذلك فان بلورات ملح الطعام الصلب التى نشاهدتها هي في الواقع عبارة عن تجمع الملايين من هذه الايونات ولكن نظل نسبة أيونات Na^+ إلى أيونات Cl^- هى نسبة واحد : واحد .

الشكل رقم (٣ - ١)
التركيب البلوري لملح الطعام : NaCl



- لعلك تلاحظ من الشكل الذى يوضح التركيب البلوري لملح الطعام أن أيون الصوديوم أصغر حجماً من أيون الكلوريد ويعزى ذلك لعاملين :
- ١- فقدت ذرة الصوديوم الالكترون الوحيد الموجود في الغلاف الخارجي وبالتالي فقدت الغلاف الخارجي مما يعني أن حجم الايون الناتج أصبح أصغر مما كان عليه حجم الذرة .
 - ٢- الالكترونات العشرة المتبقية في أيون الصوديوم أصبحت منجدبة بواسطة أحد عشر بروتونا في النواة مما يؤدى إلى اقترابها أكثر من النواة . أما أيون الكلوريد فهو أكبر حجماً من ذرة الكلور نسبة لأن إضافة الكترون إلى المدار الخارجي لذرة الكلور يقلل من الجذب النووي لجميع الالكترونات . مما يؤدى إلى تمديد الحجم .
- من الواضح الآن أن الذرات التي تفقد الكترونات التكافؤ (الكترونات المداري الخارجي) لتحول إلى أيونات موجبة تصبح أصغر حجماً . أما الذرات التي تكتسب الكترونات لتحول إلى أيونات سالبة تصبح أكبر حجماً من الذرات المتعادلة والجدول رقم (٣ - ٢) يوضح ذلك .

الجدول رقم (٣ - ٢)
أنصاف الأقطار الذرية والأيونية لبعض الفلزات واللافلزات (بوحدات النانوميتر*)

نق الأيوني nm	نقط الأيون السالب	نق الذرى nm	الذرة	نق الأيوني nm	نقط الأيون الموجب	نق الذرى (نانوميتر (nm	الذرة
٠,١٣٦	F ⁻	٠,٠٧١	F	٠,٠٦٠	Li ⁺	٠,١٢٣	Li
٠,١٨١	Cl ⁻	٠,٠٩٩	Cl	٠,٠٩٥	Na ⁺	٠,١٥٦	Na
٠,١٩٥	Br ⁻	٠,١١٤	Br	٠,١٣٣	K ⁺	٠,٢٠٣	K
٠,١٤٠	O ²⁻	٠,٠٦٦	O	٠,٠٦٥	Mg ²⁺	٠,١٣٦	Mg
٠,١٨٤	S ²⁻	٠,١٠٤	S	٠,٠٥٠	Al ³⁺	٠,١٢٥	Al

$$* \text{النانوميتر} = \frac{1}{\text{متر}} \text{ متر}$$

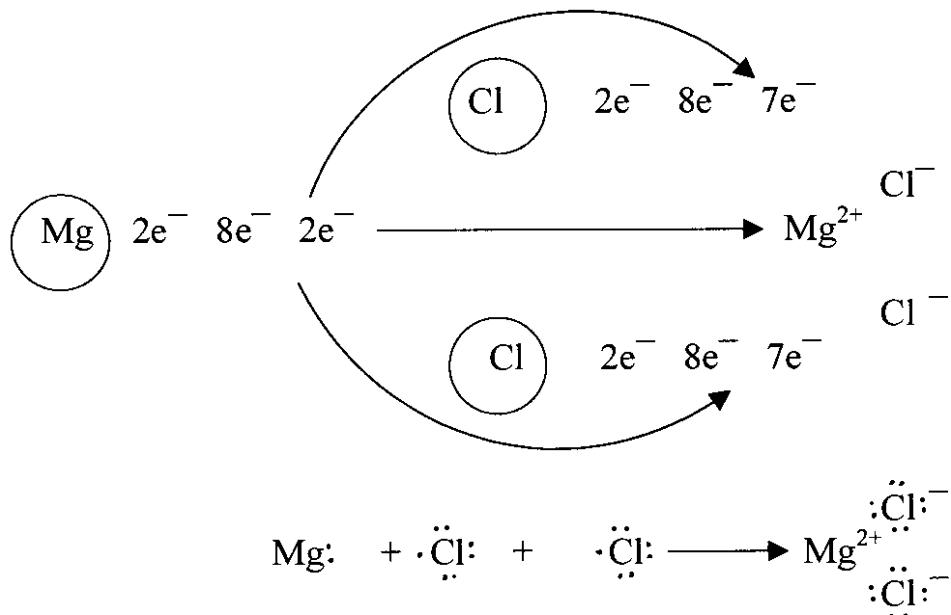
أدرس البيانات الواردة في الجدول أعلاه جيدا ثم أجب عن الاسئلة التالية :

- ماذا تلاحظ عند مقارنة نصف القطر الذري للفلزات مقارنة بنصف القطر الايوني لايونات تلك الفلزات ؟
- ماذا تلاحظ عن أنصاف الأقطار الذرية للافلزات عند مقارنتها بانصاف الأقطار الايونية لايونات تلك اللافلزات ؟
- كيف تعلل ذلك ؟

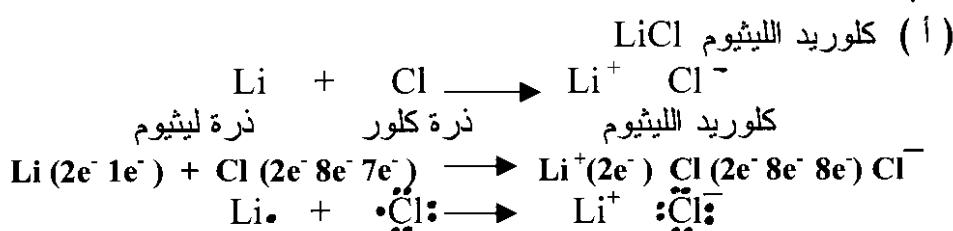
للننظر للمثال الآتى الذى يوضح خطوات تكوين الرابطة الايونية في كلوريد المغنىزيوم :

يشير التركيب الالكترونى لذرة الماغنيزيوم إلى وجود الكترونين فى المدار الخارجى ، لذا فإن ذرة الماغنيزيوم إما أن تفقد الكترونين أو تكتسب ستة الكترونات للمدار الخارجى . إذا تفاعل الماغنيزيوم مع الكلور فإن كل ذرة من ذرات الكلور فى حاجة إلى الكترون لتضيفه إلى مدارها الخارجى ليكتمل إلى

ثمانية الكترونات . ويعنى هذا أن ذرة واحدة من الماغنيزيوم تحتاج إلى ذرتين من الكلور لتمنحها الكترونين . لذا فإن المركب الناتج يحتوى على ذرة واحدة من الماغنيزيوم وذرتين من الكلور وهو المركب المعروف بكلوريد الماغنيزيوم . في هذا المركب يكون لأيون الماغنيزيوم شحتان موجبان . وكل أيون من أيونى الكلوريد شحنة سالبة واحدة . الشكل التالي يوضح كيفية انتقال الكترونین من ذرة الماغنيزيوم إلى ذرتى كلور .



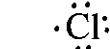
أدرس الأمثلة الآتية وتعرف على فقد وإكتساب الالكترونات بين الذرات في كل مثال للوصول إلى تركيب الكترونى مستقر للايونات في المركبات الناتجة



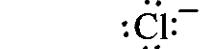
(ب) كلوريد الألومنيوم : AlCl_3



ذرة الألومنيوم

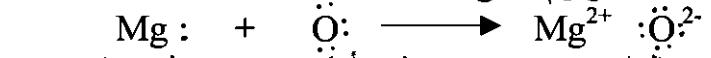


ذرات كلور



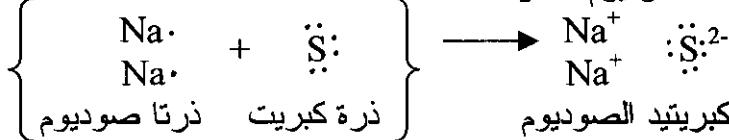
كلوريد الألومنيوم

(ج) أوكسيد الماغنيزيوم : MgO



ذرة الماغنيزيوم ذرة أوكسجين

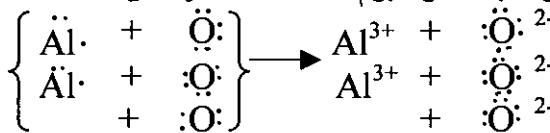
(د) كبريتيد الصوديوم : Na_2S



ذرة كبريت ذرتا صوديوم

كبريتيد الصوديوم

(هـ) أوكسيد الألومنيوم $\rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$



أوكسيد الألومنيوم ذرات أوكسجين ذرتا الومنيوم

لعلك لاحظت في كل الأمثلة أعلاه أن المدار الخارجي في الأيونات السالبة المكونة يحتوى على ثمانية الكترونات ينتج عن هذا التركيب ازدواج جميع الإلكترونات في المدار الخارجي (وجودها على هيئة أربعة أزواج) .

تعريف الرابطة الأيونية :

تنشأ الرابطة الأيونية حينما يحدث انتقال تام للكترون واحد أو أكثر من ذرة إلى ذرة أخرى . تكون لذرات الفلزات عادة قابلة لفقد الكترونات التكافؤ ، لذلك فهي تميل لتكوين روابط أيونية عند تفاعلها مع ذرات الفلزات .

تعتبر الروابط الأيونية من أقوى الروابط الكيميائية ولهذا فإنه يصعب فصل الأيونات في بلورات المركبات الأيونية عن بعضها ، ونجد هذه المركبات مستقرة التركيب كما أن الأيون الواحد الذي يحمل شحنة معينة في هذه المركبات لا ينجذب إلى أيون واحد فقط ذي شحنة مضادة . لذا فإن من الصعب جداً فصل جزيئات مستقلة في المركبات الأيونية . وإذا نظرنا إلى التركيب الكلى لجسم المركب الأيوني نجده يتكون من أيونات موجبة وأيونات سالبة متداخلة ومترادفة مع بعضها بأشكال هندسية معينة يحددها حجم كل من الأيونات الموجبة والسالبة والشحنات الكهربائية على كل منها .

نتيجة لهذا الترتيب وللقيم المرتفعة لطاقة الترتيب البلوري تكون المركبات الأيونية عادة ذات نقاط انصهار وغليان مرتفعة جداً . انظر الجدول رقم (٣ - ٣) :

الجدول رقم (٣ - ٣)

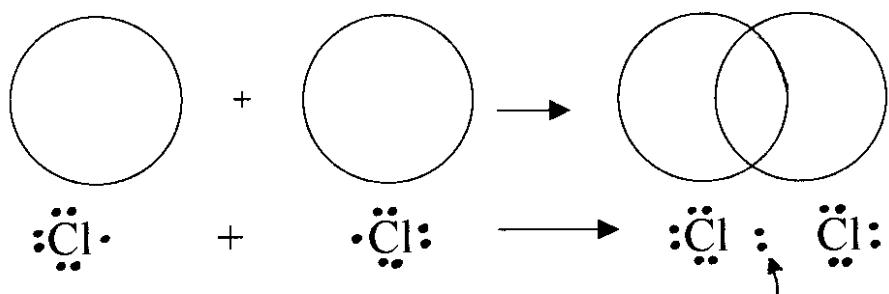
نقاط الانصهار والغليان لبعض المركبات الأيونية

المركب	نقطة الغليان (°C)	نقطة الانصهار (°C)	نقطة الانصهار (°C)
NaCl	800	1442	
NaBr	755	1390	
KCl	776	1380	
KBr	730	1435	
CaO	2580	2850	

نتيجة لكون المركبات الأيونية ناتجة من اتحاد أيونات مشحونة فإنه عند صهر هذه المركبات أو إذابتها في الماء تصبح الأيونات قادرة على الحركة . لذا فإن مصهورات المركبات الأيونية ومحاليلها المائية موصلات جيدة للكهرباء .

(٣ - ٤) الرابطة التساهمية :

تشير نتائج التحليل الكيميائي لغاز الكلور ان الجزء الواحد من هذا الغاز يتكون من ذرتى كلور (الصيغة الجزيئية لغاز الكلور هي Cl_2). عندما تتحدد ذرتان من الكلور معاً لانستطيع تطبيق مفاهيم الرابطة الايونية لتفسير الرابطة التي تنشأ بين هاتين الذرتين اذ ليس هناك ما يبرر استعداد إحدى ذرتى الكلور لفقد الكترون لتكتسيه الذرة الأخرى ، إذ أنهما ذرتان لعنصر واحد لهما ميل متساوٍ لاكتساب وفقدان الالكترونات . وحتى اذا افترضنا ان إحدى الذرتين فقدت الكترونا لتكتسيه الاخرى . فان الذرة التي فقدت سوف تحتوى في مدارها الخارجي على ستة الالكترونات وهى حالة غير مستقرة . إن ما يحدث في هذه الجزيئات هو أن كل ذرة من الذرتين تسهم بالكترون من مدارها الخارجى لتكوين الذرتان زوجاً الالكترونى يقضى جزءاً كبيراً من وقته في الفراغ الموجود بين الذرتين . ويكون الزوج الالكترونى هذا منجذباً إلى نواتي الذرتين المتجاورتين في نفس الوقت وبالتالي فإنه يشدهما لبعضهما ويمكن توضيح ذلك في الشكل التالي .



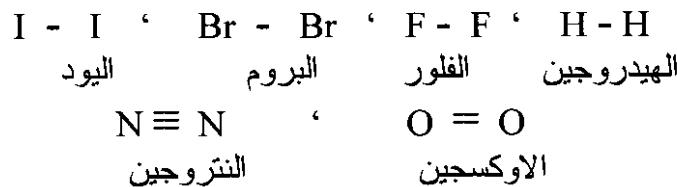
الزوج الالكترونى المشترك يمكن أيضاً التعبير عن الرابطة التساهمية التي نشأت بين ذرتى الكلور على النحو التالى : $\text{Cl} - \text{Cl}$

في هذه الحالة فإن كلاً من ذرتى الكلور لا تملك شحنة سالبة أو موجبة إذ لكل منها نفس عدد البروتونات وتتجذبان بقدر متساوٍ الزوج الالكترونى المشترك .

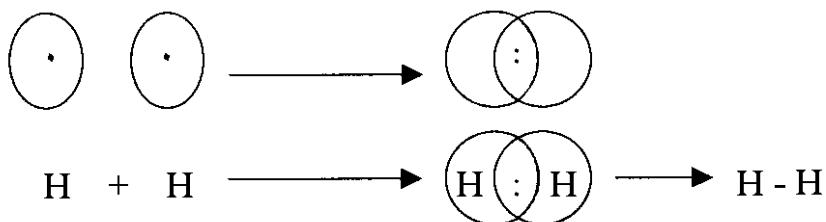
أمثلة أخرى لجزيئات تحدث فيها مساهمة (مشاركة) في الالكترونات بين ذرتين لنفس العنصر هي : جزيئات الهيدروجين H_2 ، الاوكسجين O_2 ، النتروجين N_2 ، الفلور F_2 ، البروم Br_2 ، واليود I_2

$:N\equiv N:$ ، $:O\equiv O:$ ، $:H\equiv H:$ ، $:Br\equiv Br:$ ، $:F\equiv F:$ ، $:I\equiv I:$
النتروجين الاوكسجين الهيدروجين الفلور البروم اليود

يمكن التعبير عن هذه الروابط بخطوط بخطوط بحيث يمثل كل خط زوجاً الكترونياً .



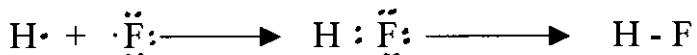
تنتج الرابطة الاسهامية من المشاركة او المساهمة في الالكترونات بين الذرات الرابطة الكيميائية الاسهامية ، وهى الرابطة الاكثر وجوداً في المواد .
لعل أبسط مثال على الرابطة الاسهامية هو جزء الهيدروجين H_2 حيث تساهم كل ذرة هيدروجين بالكترون لتكون الذرتان الزوج الالكترونى الرابط .



نلاحظ أن كل ذرة من ذرتى الهيدروجين في الجزء محاطة بالكترونين ، علماً بإن سعة مدار التكافؤ للهيدروجين الكترونات . هذا يعني أن

كلا من ذرتى الهيدروجين في الجزء أصبحت تمتلك تركيباً الكترونياً مماثلاً لتركيب الهليوم .
مثال آخر :

لنتنظر الان الى فلوريد الهيدروجين HF . نجد في هذا الجزء ان كلاً من ذرة الفلور والهيدروجين تساهم بالكترون واحد لتكوين الزوج الالكترونيي الرابط .



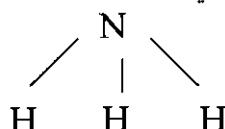
حول ذرة الفلور في جزء HF ثمانية الكترونات بينما بذرة الهيدروجين الكترونان فقط علماً بإن سعة مدار التكافؤ للفلور هي ثمانية الكترونات . تلاحظ ان هناك ثلاثة أزواج من الالكترونات حول ذرة الفلور في جزء فلوريد الهيدروجين لا تشارك في تكوين الرابطة الاسهامية مع الهيدروجين . تسمى هذه الازواج الالكترونية التي لا تشارك في تكوين الروابط الاسهامية الازواج الحرية .

مثال ثالث :

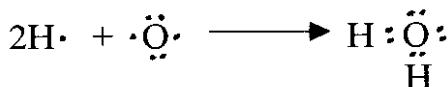
إذا نظرنا الى جزء النشادر NH_3 ، فمن المعروف أن مدار التكافؤ للنتروجين يحتوى على خمسة الكترونات ، ولما كانت ذرة النتروجين محاطة بثلاثة ذرات من الهيدروجين في جزء النشادر فإن ذرة النتروجين تستخدم ثلاثة الكترونات لتساهم في تكوين ثلاثة روابط اسهامية على النحو التالي :



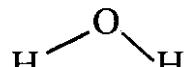
لذرة النتروجين في جزء NH_3 زوج الكترونى حر . يمكن كتابة جزء النشادر على النحو التالي :



مثال رابع :
 H_2O جزء الماء



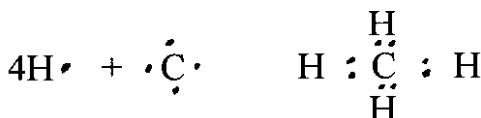
يمكن التعبير عن الرابطة الناشئة في جزئ الماء كالتالي :



تحيط بذرة الاوكسجين ثمانية الكترونات في جزء H_2O . كم يبلغ عدد الازواج الالكترونية الحرة في ذرة الاوكسجين في جزء الماء ؟

مثال خامس :

جزئ الميثان CH_4



يمكن اختصار تركيب جزئ CH_4 على النحو التالي :

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$

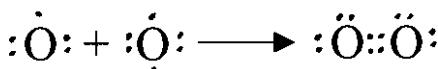
تحيط بذرة الكربون ثمانية الكترونات في جزء CH_4 .

* هل لذرة الكربون في CH_4 أزواج حرة ؟

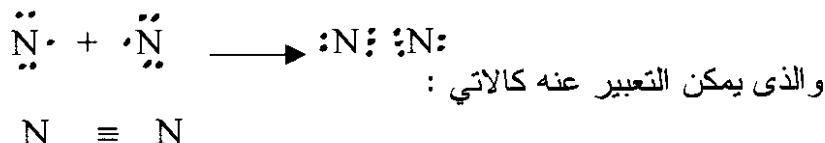
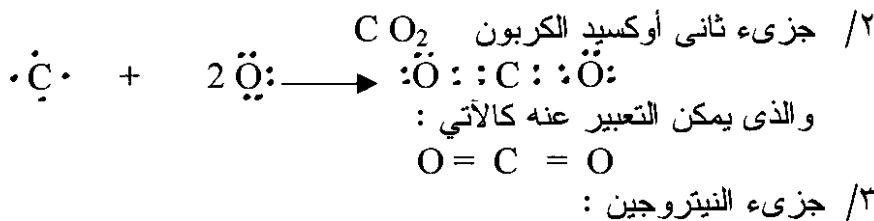
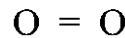
نلاحظ من الامثلة السابقة ان ذرات الفلور والنتروجين والاوكسجين والكربون عند دخولها في تفاعلات كيميائية تسعى لان تحيط نفسها بثمانية الكترونات في مدار التكافؤ لتحصل على التركيب الالكتروني المماثل للتركيب الالكتروني لأقرب غاز خامل لها وهو غاز النيون.

يمكن لبعض الذرات أن تساهم بأكثر من زوج الكتروني مما يؤدي إلى تكون روابط اسهامية مزدوجة أو ثلاثية كما يتضح في الامثلة التالية :

1/ جزئ الاوكسجين O_2



يمكن التعبير عن الرابطة المزدوجة على النحو التالي :



تمرين :

فيما يلى عدد من جزيئات المركبات الاسهامية :
 أرسم جزيئات تلك المركبات مستخدما طريقة الاكترونات (:)
 والخطوط (-) لتوضيح تركيب تلك الجزيئات ، والجزيئات هى :



خصائص الرابطة الاسهامية :

لما كانت الرابطة الاسهامية الواحدة تربط ذرتين متجاورتين في جزء واحد ، فإن الرابطة بين ذرات الجزء الواحد في الجزيئات الاسهامية أقوى بكثير مما قد يوجد من قوى تجاذب بين ذرات الجزء الواحد من ناحية وبين ذرات الجزيئات الأخرى المجاورة له من الناحية الأخرى ، لذا فإنه يمكن في مثل هذه الجزيئات الحديث عن جزيئات محددة مستقلة . لذلك فإن الجزيئات

الاسهامية غالباً (ولكن ليس دائماً) ما تكون لمركبات في الحالة الغازية أو الحالة السائلة (عكس المركبات الايونية) .

ولضعف القوى التي تربط بين جزيئات المركبات الاسهامية عادة ببعضها فان هذه المركبات تكون لها عادة نقاط انصهار وغليان منخفضة نسبياً مقارنة بالمركبات الايونية .

الجدول رقم (٣ - ٤) يبين نقاط الانصهار والغليان لبعض العناصر والمركبات التي تحتوى جزيئاتها على روابط اسهامية .

نقطة الغليان م (C°)	نقطة الانصهار م (C°)	الجزء
٢٥٢,٨-	٢٥٩,١٤-	H ₂
٢٤,٦-	١٠٣-	Cl ₂
١٨٢,٩٦-	٢١٨,٤-	O ₂
١٠٠,٠	صفر	H ₂ O
٨٤,٩٠-	١١٤,٨٠-	HCl
١٦١,٤٩-	٤٨٢,٤٨-	CH ₄

الجدول رقم (٣ - ٤) نقاط الانصهار والغليان لبعض المواد الاسهامية

ونظراً لأن الرابطة الاسهامية لا يسببها ولا ينتج عنها انفصال لجسيمات تحمل شحنات كهربائية ، فإن مصهورات ومحاليل المركبات الإسهامية غالباً موصلات رئيسية أو غير جيدة التوصيل للكهرباء .

(٣ - ٥) الروابط الاسهامية القطبية :

لقد اتضح لنا الآن أن الروابط إما أن تكون ايونية أو اسهامية ، إلا أن هناك كثيراً من الجزيئات تتصف روابطها بصفات هي مزيج من صفات الرابطة الايونية والرابطة الاسهامية . يعرف هذا النوع من الروابط بالروابط الاسهامية القطبية .

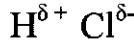
إن الرابطة المكونة بين ذرتين من نفس العنصر ، كما هو الحال في جزئ الهيدروجين مثلاً هي رابطة اسهامية غير قطبية إذ أن الزوج الالكترونى

المشترك بين الذرتين هنا ينجب بقدر متساو للذرتين . ولكن عندما تشارك ذرتان مختلفتان في زوج من الكترونات فإنه من المتوقع أن تحمل إحدى الذرتين جزءاً من شحنة موجبة وتحمل الأخرى جزءاً من شحنة سالبة للاختلاف في قابلية كل منها لجذب الزوج الإلكتروني المشترك .

تعرف قابلية الجذب التي يمتلكها العنصر لجذب الزوج الإلكتروني المشترك في الجزء بكهرسالبية العنصر . وتختلف العناصر في كهرسالبيتها وكمثال لتوضيح هذا الأمر نلاحظ أن كلاً من الهيدروجين والكلور يحتاج إلى الكترون واحد للوصول إلى تركيب الكتروني مستقر ، لذا يشتراكان في زوج الكتروني عند تكوين جزء كلوري الهيدروجين . يلاحظ أن الكلور كهرسالبية أكبر من الهيدروجين . لذا فإن الكلور يجذب الزوج الإلكتروني نحوه أكثر من الهيدروجين . نتيجة لهذا فإن الزوج الإلكتروني المشترك يصبح أقرب لذرة الكلور مما يكسبها شحنة سالبة جزئية بينما تكتسب ذرة الهيدروجين شحنة موجبة جزئية . مما تجدر الإشارة إليه هنا هو أن الزوج الإلكتروني لا ينتقل بصورة كاملة لذرة الكلور كما يحدث في حالة كلوريد الصوديوم ، لذا فإنه لا تكون في حالة جزء كلوري الهيدروجين أيونات .



إن الزوج الإلكتروني المشترك في حالة $H : Cl$ أقرب إلى ذرة الكلور الأكبر كهرسالبية مما يكتب ذرة الكلور شحنة سالبة جزئية مقارنة بذرة الهيدروجين التي تحمل شحنة موجبة جزئية ويعبر عن ذلك كالتالي :



(٣ - ٦) الرابطة الاسهامية التساندية (التنسقية) :

لقد عرفنا من الفقرات السابقة أن الرابطة الاسهامية تتكون بين ذرتين عندما تساهم كل من هاتين الذرتين بالكترون واحد (أو أكثر) في الزوج الإلكتروني المشترك (أو الازواج الإلكترونية المشتركة) .

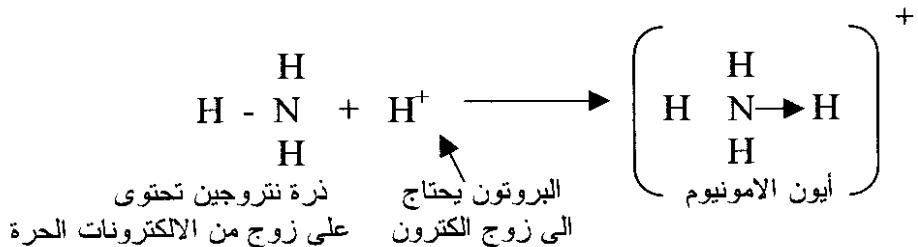
في بعض الأحيان يمكن أن تكون رابطة اسهامية بين ذرتين إحداثها مرتبطة مع ذرة أخرى مكونة رابطة إسهامية وتحتوى على زوج أو أكثر من الإلكترونات الحرة (غير المشتركة في تكوين الرابطة) والثانية تحتاج لهذه

الإلكترونات حتى تصل للتركيب الإلكتروني المستقر . تسمى مثل هذه الرابطة بالرابطة الإسهامية التساندية .

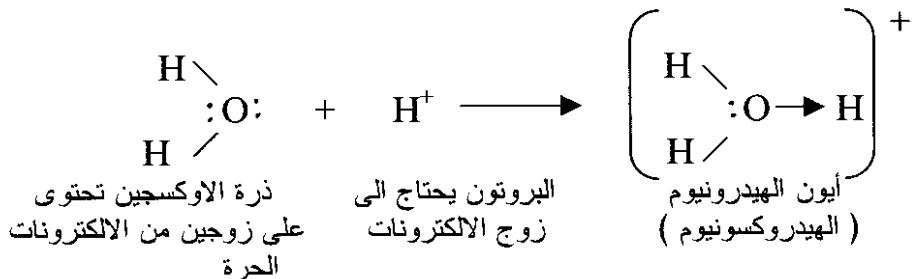
تسمى الذرة المانحة للإلكترونات في هذه الرابطة بالذرة المانحة . أما الذرة التي تستقبل الإلكترونات فتسمى بالذرة المستقبلة .

يرمز للرابطة التساندية بـ $A \rightarrow B$. عندما تتكون الرابطة التساندية تكون لها نفس خواص الرابطة الإسهامية العادية .

مثال (١) : تكوين أيون الأمونيوم NH_4^+
يتكون أيون الأمونيوم نتيجة لارتباط جزئ النشادر NH_3 مع أيون الهيدروجين الموجب H^+ على النحو الموضح في الشكل أدناه .

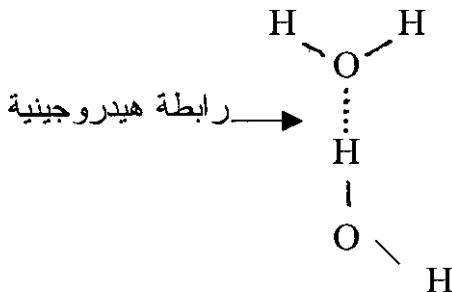


مثال (٢) : تكوين أيون الهيدرونيوم H_3O^+
يتكون أيون الهيدرونيوم (أو الهيدروكسونيوم) من ارتباط جزء الماء H_2O مع أيون الهيدروجين الموجب H^+ .



(٣ - ٧) الرابطة الهيدروجينية :

تعتبر الرابطة الهيدروجينية نوعا خاصا من التأثيرات الناتجة عن قوى التجاذب بين جزيئات قطبية . فالمركبات التي تحتوى على ذرة هيدروجين مرتبطة برابطة اسهامية مع ذرة ذات كهرسالبية عالية مثل الفلور والاكسجين والنتروجين توصف جزيئاتها بأنها عالية القطبية بحيث تصبح ذرة الهيدروجين الصغيرة حاملة لشحنة عالية . ونتيجة لذلك ينجدب الطرف الموجب للجزء إلى الطرف السالب للجزء المجاور . يظهر هذا الأمر بصورة واضحة في جزء الماء ، يمثل الاوكسجين الطرف السالب في الجزء بينما يمثل الهيدروجين طرفه الموجب ، لذا فإن ذرة الاوكسجين في أحد جزيئات الماء ترتبط بذرة هيدروجين في جزء ماء مجاور .



وجود مثل هذا الترابط بين جزيئات الماء تبدو هذه الجزيئات وكأنها متراپطة ببعضها البعض بواسطة تلك الروابط الهيدروجينية . وعلى الرغم من أن الرابطة الهيدروجينية تعتبر من الروابط الضعيفة إذا ما قورنت بالرابطة الاسهامية العادية ، إلا أن لها أهمية كبيرة لما تسببه من تغيرات في الخواص الفيزيائية للمركبات التي يوجد فيها هذا النوع من الروابط .

(٣ - ٨) أوجه الاختلاف بين المركبات الأيونية والاسهامية :

يرجع السبب في وجود اختلاف كبير في الصفات بين المركبات الأيونية والاسهامية إلى طبيعة القوى بين الذرات أو بين الجزيئات . فالمركبات الأيونية تحتوى على أيونات تحمل شحنات كهربائية وبالتالي ترتبط مع بعضها البعض بقوى كهرستاتيكية . وعند انصهار المركبات الأيونية أو اذابتها في الماء تصبح ذات قابلية عالية للتوصيل الكهربائي لأنها تصبح على شكل أيونات حرة الحركة في حالة السيولة .

وهذا الاستنتاج ينطبق على المركبات الاسهامية القطبية فهناك قوى كهرستاتيكية ضعيفة فيما بينها تكسب الجزء ، بعض الصفات الأيونية . وبما أن قوى التجاذب الكهرستاتيكية بين الأيونات على درجة عالية من القوة فإن المركبات الأيونية صلبة في درجة الحرارة العادمة . أما المركبات الاسهامية ف تكون في معظم الاحيان غازية او سائلة في درجة الحرارة العادمة ، وعلى هذا فإن نقاط انصهار وغليان المركبات الأيونية مرتفعة بصورة عامة .

ملاحظة خاتمة :

يمكن تشبيه المادة الكيميائية بالبناء الذى يتتألف من حجارة أو طوب (وحدات البناء) . ففى المركبات الأيونية تمثل الأيونات حجارة او طوب هذا البناء الذى تمثل الرابط الأيونية القوية الاسمنت الذى يربط وحدات هذا البناء لذا تكون المحصلة بلورة صلبة متماسكة . أما في المركبات الاسهامية فوحدات البناء وهى الجزيئات ، والروابط بين هذه الوحدات فى معظم الحالات هى القوى الكهرستاتيكية الضعيفة (نسبيا) الناشئة عن قطبية الجزيئات أو الروابط الهيدروجينية ، وهى روابط ضعيفة عموما ، لذلك فإن المركبات الاسهامية تكون عادة غازات أو سوائل أو أجسام صلبة تنصهر في درجات حرارة منخفضة .

تمرين على الوحدة الثالثة

١/ عرف الآتي :

- (أ) الرابطة الايونية .
- (ب) الرابطة الاسهامية .
- (ج) الرابطة الهيدروجينية .

٢/ علل لما يأتي :

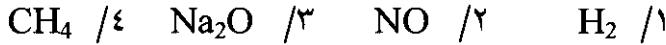
(أ) درجة انصهار كلوريد الصوديوم أعلى من درجة انصهار كلوريد الالومنيوم .

(ب) HCl اشد ذوبانا في الماء من H_2

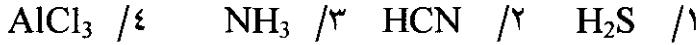
(ج) يستطيع غاز الامونيا NH_3 تكوين روابط تساندية بينما لا يستطيع الايون NH_4^+ القيام بذلك

٣/ أى هذه المواد :

(أ) يحتوى على رابطة ايونية :



(ب) يحتوى على رابطة إسهامية ثلاثة :



(ج) يحتوى على رابطة اسهامية ثنائية :



(د) يحتوى على رابطة تساندية :



(هـ) يحتوى على زوج واحد من الالكترونات الحرية :



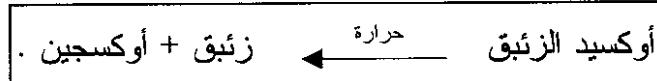
الوحدة الرابعة

المعادلات الكيميائية Chemical Equations

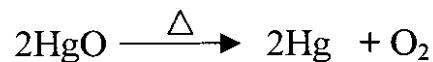
(٤ - ١) مقدمة :

المعادلات الكيميائية اسلوب مختصر للتعبير عما يحدث أثناء التفاعل الكيميائي . توضح المعادلة من بين اشياء اخرى ما يحدث من اعادة لترتيب الذرات نتيجة لتفاعل الكيميائي .

توضح المعادلة النطقية بالكلمات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عن التفاعل الكيميائي ، فمثلاً المعادلة النطقية لتحلل أوكسيد الزئبق بالحرارة تكتب على النحو التالي :



من وجهة نظر الكيميائي هذه الطريقة للتعبير عن التحلل الحراري لأوكسيد الزئبق غير مقنعة حيث يود الكيميائي من كتابة المعادلة التي تعبر عن التحلل الحراري لتلك المادة أن يعرف أكثر عن تركيب المواد التي تظهر في المعادلة . لذا فإنه يلجأ لاستخدام معادلة تظهر فيها تلك المواد معبراً عنها بالرموز والصيغ الكيميائية .



لقد اتضح لك الان من هذه المعادلة تركيب المواد الداخلة في هذه التفاعل الكيميائى والنتاجة منه ولكن لاتزال هذه المعادلة الرمزية غير مفهمة تماما ، اذ لا توضح كمية الطاقة الحرارية اللازمة لاحادث هذا التحلل ولاشير الى معدل (سرعة) التفاعل الذى تم . ومن الواضح أن هذه معلومات لايمكن الحصول عليها الا من خلال التجريب ، إلا أن المعادلة الكيميائية الرمزية تعطى قدراء معقولا من المعلومات الكمية المتعلقة بالمواد المتفاعلة والنتاجة من التفاعل .

(٤ - ٢) الشكل العام لكتابه المعادلات الكيميائية :

ت تكون المعادلة من متفاعلات ونواتج مع مصطلحات رمزية اخرى .
المتفاعلات هى المواد التى تدخل في التفاعل الكيميائى اما النواتج فهى المواد الناتجة عن التفاعل الكيميائى .

يمكن تلخيص السمات العامة للمعادلة الكيميائية فيما يلى :

- ١ - يتم الفصل بين المتفاعلات والنواتج بواسطة سهم او اي علامات اخرى تشير الى التساوى بين المتفاعلات والنواتج (→ ، = ، ⌈ ⌋) .
 - ٢ - تكتب المتفاعلات على الجانب اليسرى والنواتج على الجانب اليمين من السهم او العلامة التى تشير الى التساوى . توضع علامة = بين كل من المتفاعلات والنواتج .
 - ٣ - توضع الشروط الازمة لاجراء التفاعل (ان كان ذلك مطلوبا) أعلى او اسفل السهم او علامة التساوى . فمثلا العلامة $\xrightarrow{\Delta}$ فوق السهم تشير الى وجود الحرارة كشرط لحدوث التفاعل .
 - ٤ - تستخدم اعداد صحيحة امام المواد المتفاعلة والنتاجة (مثلا : $2H_2O$) لوزن المعادلة ولتوضيح عدد الوحدات (ذرات ، جزيئات ، مولات ، أيونات) لكل مادة متفاعلة او ناجة . عندما لا يوضع عدد امام المادة فإنه من المفهوم ان هناك وحدة واحدة من تلك المادة .
- في الجدول رقم (٤ - ١) بعض الرموز المستخدمة عادة في المعادلات الكيميائية :

الجدول رقم (٤ - ١) بعض الرموز المستخدمة في المعادلات الكيميائية و معانيها

رموز	معانيها
\rightarrow	ينتج ، يعطى نواتج
$=$	تساوی ، توازن بين المتفاعلات والنواتج
\leftrightarrow	تفاعل عكوس
\uparrow	غاز (يرسم السهم مباشرة بعد المادة المتضاعدة)
\downarrow	صلب أو راسب (يرسم السهم مباشرة بعد المادة المترسبة)
(s)	صلب
(l)	سائل
(g)	غاز
Δ	حرارة
+	زائد
(aq)	محلول مائي

(٤ - ٣) وزن المعادلات :

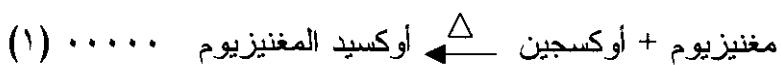
يجب في المعادلات الموزونة ان يكون عدد الذرات لكل عنصر من العناصر في أحد جانبي المعادلة مساوياً لعددها في الجانب الآخر من المعادلة ، ذلك لأن المادة لاتقنى ولا تستحدث من عدم اثناء التفاعلات الكيميائية (قانون حفظ الكتلة) . ينبغي الا يحدث تغيير للصيغة الجزيئية (او الذرية) عند محاولة وزن المعادلة .

عند تسخين كل من الحديد والكبريت معاً يتكون كبريتيد الحديد (II) .
يمكن التعبير عن هذا التفاعل بالمعادلة الرمزية الآتية :

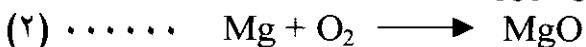


من الناحية التجريبية نجد أن وزنا من الحديد يساوى الوزن الذري الغرامى (٥٥,٨ غرام) يتحد مع وزن من الكبريت يساوى الوزن الذري الغرامى من الكبريت (او ٣٢ غرام) لانتاج وزن من كبريتيد الحديد (II)

يساوي الوزن الجزيئي الجرامى له (٨٧,٩ جرام) . توضح المعادلة الرمزية أعلاه ان الرمز Fe يرمز الى وزن ذرى جرامى من الحديد ، وان الصيغة FeS ترمز الى وزن جزيئي جرامى من كبريتيد الحديد (II) .
خذ مثلا التفاعل الذى يحدث عندما يحترق مغنىزيوم في الاوكسجين لتكوين اوكسيد المغنىزيوم .
معادلة التفاعل :

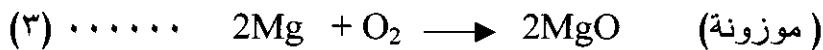


معادلة رمزية غير موزونة :



نقول المعادلة أعلاه أن وزنا من المغنىزيوم يساوى الوزن الذري الغرامى للمغنىزيوم (٢٤,٣ جرام) يتفاعل مع وزن من الاوكسجين يساوى الوزن الجزيئي الجرامى للاوکسجين (٣٢,٠ جرام) لانتاج وزن من اوكسيد المغنىزيوم يساوى الوزن الجزيئي الجرامى لاوكسيد المغنىزيوم (٤٠,٣ جرام) . هذه النتيجة بالطبع غير صحيحة لانه عن طريق عملية جمع بسيطة تجد ان ٢٤,٣ جرام من المغنىزيوم مضافة اليها (٣٢,٠ جرام) من الاوكسجين لاتساوى ٤٠,٣ جرام من MgO .

ولكن اذا كتبت المعادلة على النحو التالي :

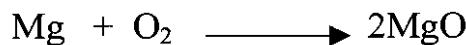


فاننا يمكن ان نقول ان وزنا من المغنىزيوم يساوى ضعف الوزن الذري الجرامى للمغنىزيوم (٢ × ٢٤,٣ = ٤٨,٦ جرام) يتحدد مع وزن من الاوكسجين يساوى الوزن الجزيئي الجرامى للاوکسجين (٣٢,٠ جرام) لينتج وزنا من اوكسيد المغنىزيوم يساوى ضعف الوزن الجزيئي الجرامى لاوكسيد المغنىزيوم (٢ × ٤٠,٣ = ٨٠,٦ جرام) يمكننا ان نلاحظ الان ان مجموع أوزان المتفاعلات (٤٨,٦ جرام + Mg + O₂ جرام = ٨٠,٦ جرام) يساوى مجموع اوزان مكونات المادة الناتجة (٨٠,٦ جرام من MgO) .
اذن المعادلة (3) أصبحت معادلة موزونة بينما المعادلة (2) غير موزونة .

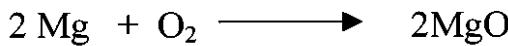
ما الذى قمنا به لوزن المعادلة (٢) لتصبح موزونة فى (٣) ؟
 عند النظر الى المعادلتين (٢) و (٣) تلاحظ اننا قد حاولنا ضبط المعادلة بحيث يكون عدد ذرات Mg وعدد ذرات O متساويا على جانبى المعادلة . في هذه الحالة يجب ان تكون حذرين حتى لا يحدث تغيير في تركيب اي مادة بتغيير صيغتها ٠٠٠ فمثلا لانستطيع تغيير صيغة المركب MgO الى MgO_2 فقط من اجل وزن المعادلة . كما يجب الا نكتب صيغة غاز الاوكسجين هكذا : O_2 بدلا من O_2 لأن غاز الاوكسجين يوجد هكذا : O_2
 ان عملية وزن معادلة بسيطة يتم عادة بالفحص الدقيق لمكونات المعادلة ثم المحاولة المستمرة لجعل عدد الذرات لكل عنصر متساويا على الجانبين .

تتض� في المعادلات الآتية الخطوات التي يمكن اتباعها للوصول الى معادلة موزونة :

المثال (١) : $Mg + O_2 \longrightarrow MgO$
 في هذه المعادلة الاوكسجين غير موزون ، حيث توجد ذرتان منه في الجانب اليسير بينما توجد ذرة واحدة منه في الجانب اليمين .
 أما عندما نكتب :



تمت موازنة ذرات الاوكسجين بوضع 2 امام MgO . أصبحت ذرات الاوكسجين الان متوازنة ، ولكن المغنيزيوم غير متوازن ، حيث توجد ذرة Mg على الجانب اليسير من المعادلة فيما توجد ذرتان منه على الجانب اليمين .



أصبحت المعادلة الان متوازنة . وضع 2 امام MgO يوازن المعادلة . تحتوى المعادلة على ذرتى Mg وذرتى O على كل جانب من جانبي المعادلة .

المثال (٢) :



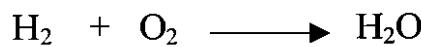
في هذه الحالة الاوكسجين غير متوازن .
 لكن في :



أصبح الاوكسجين متوازن بوضع 2 امام HgO الان ذرات Hg غير متوازنة حيث توجد ذرتان منه على الجانب اليسير من المعادلة فيما توجد ذرة واحدة منه على الجانب اليمين .
غير أنه حين كتابة :



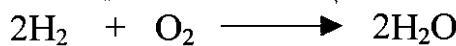
أصبحت المعادلة الان متوازنة . وضع 2 امام Hg يوازن المعادلة .
المثال (٣) :



فى هذه المعادلة الاوكسجين غير متوازن



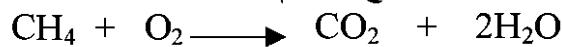
تم موازنة ذرات الاوكسجين بوضع 2 امام H_2O ولكن أصبحت ذرات H الان غير متوازنة ، كم عدد ذرات H على كل جانب ؟



الآن أصبحت المعادلة متوازنة . وضع 2 امام H_2 يوازن المعادلة .
المثال (٤) :



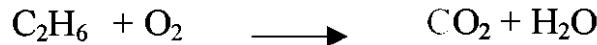
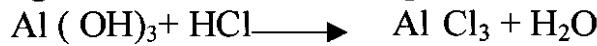
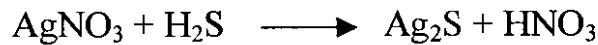
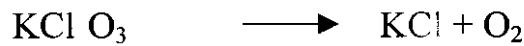
تم موازنة H بوضع 2 امام H_2O



ولكن O غير متوازن . وضع 2 امام O_2 يجعل ذرات O على الجانبين متساوية .



متبعا المحاولات التي استخدمت لموازنة المعادلات الاربعة السابقة قم بمحاولة موازنة المعادلات التالية :



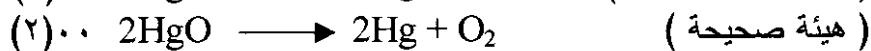
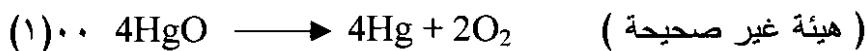
٤ - ٤) قواعد كتابة موازنة المعادلات :

لابد للمعادلة الكيميائية أن تكتب صحيحة وإن تم موازنتها إذا أردنا لها أن تعبر عن التفاعل الكيميائي . يمكن للقواعد الآتية أن تساعد في موازنة المعادلة الكيميائية :

- ١/ يجب أن تكون الصيغ الصحيحة للمواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل معروفة .
- ٢/ تكتب صيغ المواد المتفاعلة على الجانب الأيسر بينما تكتب صيغ المواد الناتجة على الجانب اليمين من المعادلة .
- ٣/ تأتي الان مرحلة موازنة المعادلة باتباع الخطوات الآتية :
 - أ. مقارنة عدد ذرات كل عنصر على جانبي المعادلة وذلك لمعرفة العنصر الذي تكون ذراته غير متوازنة .
 - ب. يتم موازنة كل عنصر من العناصر غير المتوازنة واحداً بعد الآخر وذلك بوضع اعداد صحيحة أمام صيغ المواد المحتوية على العنصر غير المتوازن ، بحيث يصبح عدد ذرات كل عنصر متساوياً على جانبي المعادلة .
إن وضع عدد أمام صيغة المادة يعني أن أي عنصر في تلك المادة قد أصبح مضروباً في ذلك العدد .
 - مثلاً : $2H_2SO_4$ تعنى جزيئين من حامض الكبريت (VI) [الكربونيك] وتعنى أيضاً أن لدينا ٤ ذرات H ، وذرتين S ، وثمان ذرات O .
 - ج. يتم مراجعة كل العناصر في المعادلة بعد محاولة موازنة أي عنصر من العناصر وذلك للنظر فيما إذا كانت موازنة ذلك العنصر قد أدخلت موازنة أي من العناصر الأخرى .
 - د. إن كانت المعادلة تحتوى على عنصري H و O فمن الأفضل دائمًا أن يتم موازنة العناصر الأخرى في المعادلة أولاً ، ثم يتم موازنة H ، وأخيراً O .
 - هـ. في حالة وجود مجموعات أيونية مثل SO_4^{2-} تبقى على هيئتها دون

حدث تغيير على تركيبها ، فإن هذه المجموعات تم موازنتها كوحدة واحدة .

و يجب أن تكون الأعداد المستخدمة لموازنة المعادلة في أصغر نسبها ما أمكن . مثال :- في المعادلة الأولى الآتية يمكن قسمة كل عدد من الأعداد الواردة على إثنين لتعطى المعادلة الثانية التي تكون في الهيئة الصحيحة المناسبة .

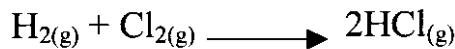


ما هي المعلومات التي تقدمها المعادلة الكيميائية ؟
إن المعادلة الكيميائية الموزونة توفر المعلومات التالية :
١/ المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عن التفاعل .
٢/ الصيغ الكيميائية لكل من المتفاعلات والنواتج .
٣/ عدد جزيئات المتفاعلات والنواتج .
٤/ عدد ذرات كل عنصر من العناصر في التفاعل .
٥/ عدد الأوزان الجزيئية الغرامية لكل مادة استخدمت أو نتجت من التفاعل .

لتوضيح ذلك أنظر المعادلة :



توضح هذه المعادلة أن غاز الهيدروجين يتفاعل مع غاز الكلور لانتاج غاز كلوريد الهيدروجين توضح المعادلة كذلك أن جزيئا واحدا من غاز الكلور يتفاعل مع جزء واحد من غاز الهيدروجين لانتاج جزيئين من غاز كلوريد الهيدروجين . دعنا الآن نلخص كل المعلومات التي يمكن ان تزودنا بها المعادلة أعلاه في الجدول أدناه .



الهيدروجين	الكلور	كلوريد الهيدروجين
جزء واحد ذرتان	جزء واحد ذرتان	جزئان ذرة H + 2 ذرة Cl

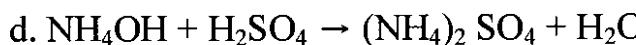
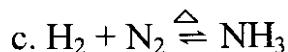
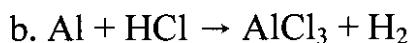
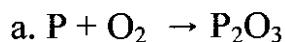
حاول الآن الاستفادة من معادلة أخرى للحصول على معلومات مماثلة للمعلومات أعلاه . عندما يحترق غاز البروبان C_3H_8 في الهواء فإن التواتج هي غاز CO_2 وبخار ماء H_2O .

أكتب المعادلة الكيميائية غير المتوازنة ثم وازنها لهذا التفاعل ثم استخلص منها المعلومات الممكنة في جدول مماثل للجدول أعلاه .

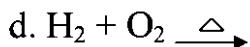
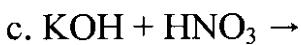
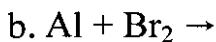
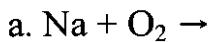
تمرين على الوحدة الرابعة

١- حول المعادلات الفظية الآتية إلى معادلات رمزية موزونة :

- أ- حديد + أوكسجين \rightarrow أوكسيد الحديد (II) .
 - ب- بروم + هيدروجين \rightarrow بروميد الهيدروجين .
 - ج- هيدروكسيد الصوديوم + حامض الهيدروكلوريك \rightarrow كلوريد الصوديوم + ماء .
 - د- كربونات الكالسيوم $\xleftarrow{\Delta}$ أوكسيد الكالسيوم + ثانى أوكسيد الكربون .
 - هـ- كربون + أوكسجين $\xleftarrow{\Delta}$ ثانى أوكسيد الكربون .
- ٢- أوزن المعادلات الرمزية الآتية :



٣- أكمل وزن المعادلات الرمزية الآتية :



الوحدة الخامسة

قوانين الاتحاد الكيميائي

عندما تتحدّ المُواد مع بعضها اتحاداً كيميائياً فإنّها تتحول نتيجة لذلك إلى مُواد أخرى جديدة ذات خواص مختلفة وتسمى المُواد المتّحدة بالمُواد المتفاعلة (المتقاعلات) بينما يطلق على المُواد الجديدة المكوّنة بالمُواد الناتجة (المنتجات أو النواتج) وسوف نتناول في هذه الوحدة بعض القوانين التي تحكم الاتحاد الكيميائي بين المُواد .

(٥ - ١) القانون الأول

قانون بقاء الكتلة : Law of Conservation of Mass

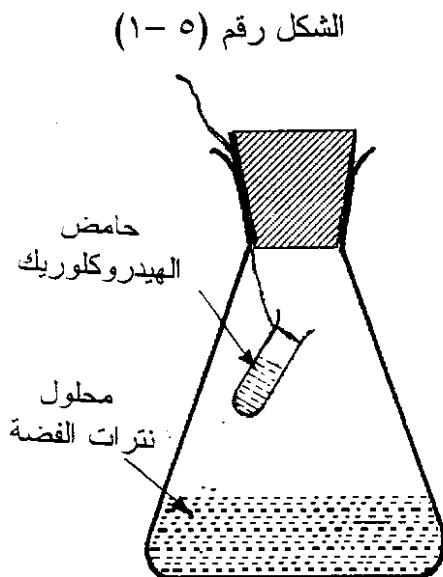
تشير التجارب العديدة إلى أنه عند حدوث تغيير كيميائي لا يحدث تغير في كتل المُواد الناتجة عند مقارنتها بكل المُواد المتفاعلة .
ويُنص قانون بقاء الكتلة على هذه الحقيقة . إن الأمر المهم في هذا القانون هو أنه عند حدوث تفاعل كيميائي يمكن أن تتغير طريقة ارتباط الذرات بعضها البعض ، إلا أنه لا تحدث زيادة أو نقصان في العدد الكلي للذرات قبل وبعد التفاعل .

فإذا بدأنا في تفاعل ما بمائة مليون ذرة من الهيدروجين فإنه عند إنتهاء التفاعل سنجد أن عدد ذرات الهيدروجين سيظل مائة مليون لا أكثر ولا أقل . ربما يحدث تغيير في كيفية ارتباط تلك الذرات فقد تتحول إلى ذرات هيدروجين حرة بدلاً من كونها متّحدة مع الأوكسجين في الماء مثلاً ، إلا أن عددها سيظل ثابتاً . يعني هذا أن مجموع كتل المُواد المتفاعلة يساوى مجموع كتل المُواد الناتجة عن التفاعل الكيميائي .

لتتعرف على العلاقة بين كتل المُواد المتفاعلة وكتل المُواد الناتجة من التفاعل دعونا نجري التجربة الآتية :

ضع قليلاً من محلول نترات الفضة في دورق مخروطي صغير ثم ضع قليلاً من محلول حمض الهيدروكلوريك في أنبوبة خاصة وعلقها بخيط داخل الدورق كما هو موضح في الشكل رقم (١-٥) ثم أوزن الدورق بمحتوياته على ميزان مناسب . دع المحلولين يختلطان وذلك بتحريك الأنبوبة داخل الدورق .
ماذا تلاحظ ؟

ماذا تستنتج مما لاحظته ؟ قم بوزن الدورق بمحتوياته مرة أخرى وقارن بين الوزنين قبل حدوث التفاعل الكيميائي . ماذا تلاحظ ؟



يمكنك إجراء العديد من التجارب البسيطة الشبيهة بالتجربة السابقة ، ومن النتائج التي سوف تحصل عليها من مقارنة كتل المواد المتفاعلة وكتل المواد الناتجة من التفاعل يمكنك الوصول إلى التعميم الآتي :

عند حدوث تفاعل كيميائي فإن كتل المواد المتفاعلة تساوى كتل المواد الناتجة عن التفاعل

- هل يمكنك الآن صياغة قانون يحدد العلاقة بين كتل المواد المتفاعلة وكتل المواد الناتجة ؟
- لا يعني هذا أن المادة أثناء التفاعلات الكيميائية العادي لا تفني ولا تستحدث من عدم ؟
- ألا يبدو لك أن في احتراق الفحم في الهواء فقداناً لكتلة ؟

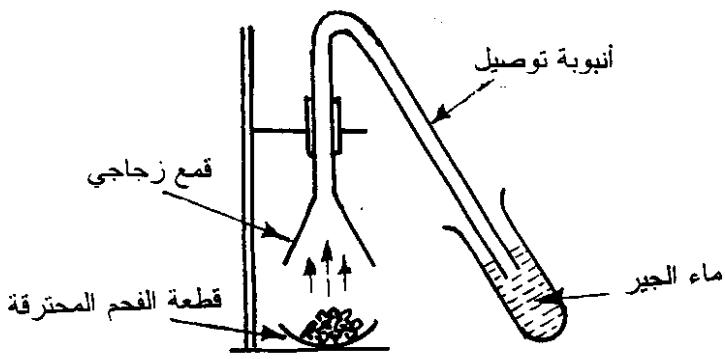
إذا لاحظت قطعة من الفحم تحرق متحولة الى كثلة صغيرة من الرماد قد يبدو لك ان هذه القطعة صغيرة قد فقفت جزءاً كبيراً من كتلتها لأنه عند مقارنة كثلة الفحم المحترقة وكثلة الرماد المتبقى بعد إنتهاء عملية الاحتراق تلاحظ ان الفرق بينهما واضح . فهل يعني هذا أن الفحم عندما يحترق في الهواء يفقد جزءاً من كتلته ؟

- ما هي المادة الأخرى المتفاعلة مع الفحم عند احتراقه ؟
أجر هذه التجربة البسيطة للإجابة عن هذا السؤال .
- سخن قطعة من الفحم في الهواء حتى تبدأ في الاحتراق بلهب ازرق .
- ضع على قطعة الفحم المحترقة غطاء يمنع عنها الهواء .
- ماذا تلاحظ بعد فترة من تغطية قطعة الفحم المحترقة ؟ هل تستمر في الاحتراق ؟
- لماذا توقف احتراق الفحم ؟
- نستطيع من هنا أن نقول إن هو المادة الأخرى المتفاعلة مع الفحم عند احتراقه .
- هل تنتج عن عملية احتراق الفحم في الهواء مادة أخرى بالإضافة إلى الرماد المختلف ؟

اجر التجربة الآتية :

نكس قمعاً زجاجياً فوق قطعة الفحم المحترقة بحيث لا تمنع وصول الهواء اليها ، وقم بتوصيل القمع بانبوبة توصيل يدخل طرفها الآخر في انبوبة اختبار تحتوى على ماء الجير كما في الشكل رقم (٥ - ٢) :

الشكل رقم (٥ - ٢)
التعرف على الغاز الناتج عند احتراق الفحم في الهواء



- هل تلاحظ أي تغير في ماء الجير ؟
- ما الذي حدث لماء الجير ؟
- كيف تفسر ما حدث لماء الجير ؟
- إذن ما هي المادة الأخرى الناتجة عن عملية احتراق الفحم بالإضافة إلى الرماد ؟
- هل يمكنك الآن كتابة معادلة رمزية موزونة لاحتراق الكربون في الهواء ؟
- إذن ما الذي يمكن أن تستنتجه من هذه التجربة اذا استطعت معرفة كتل المواد المتفاعلة وكتل المواد الناتجة من عملية احتراق الفحم ؟
- هل يتحقق هذا الاستنتاج مع ما خلصت اليه من إستنتاج في التجربة السابقة (تجربة تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول حمض الهيدروكلوريك)

(٥ - ٢) القانون الثاني :

قانون النسب الثابتة : Law of Constant Composition
 يمكنك اجراء التجارب التاليتين في المختبر المدرسي تحت اشراف مدرسك إذا كانت الظروف تسمح بذلك .

التجربة الأولى : تحضير ثلاثة عينات من أوكسيد النحاس .

العينة (أ) : ضع شريطاً نظيفاً من النحاس في بونقة واسعة ، وبحذر شديد أضف إليها محلول حمض التريك [المركي] نقطة فقط حتى ينوب النحاس .

ستلاحظ تصاعد غازبني اللون [وهو غاز سام لذا ينبغي ابعاد التلاميذ عن التجربة عند اجرائها أو اجراء هذه التجربة في دولاب الاخيرة (خزانة الاخيرة إن وجدت)] كما ستلاحظ ظهور محلول أخضر في البونقة .

المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل :



- ما اسم الغازبني المتتصاعد ؟ ما هو محلول الأخضر ؟

- سخن محلول الناتج لدرجة الغليان حتى تختلف مادة صلبة خضراء . يستمر في التسخين حتى يتوقف تصاعد الأبخرة البنية . ويتحول الصلب الأخضر إلى مادة سوداء اللون . الصلب الأسود المتبقى هو العينة الأولى المراد الحصول عليها من أوكسيد النحاس (II) .

- ما الذي حدث للمادة الخضراء الناتجة عند تسخينها بشدة ؟ لقد تحالت تلك المادة بفعل الحرارة إلى المادة الصلبة وإلى الغازبني المتتصاعد .

معادلة التحلل :



العينة (ب) : ضع قليلاً من محلول كبريتات النحاس (II) في كأس واضف إليه فائضاً من محلول الصودا الكاوية (محلول هيدروكسيد الصوديوم) يتكون راسب أزرق جلاتي من هيدروكسيد النحاس (II) سخن الكأس بمحتوياته ستلاحظ ان الراسب الأزرق يتحول الى مادة صلبة سوداء (أكسيد نحاس) . رشح الصلب الأسود الناتج ثم اغسله بالماء المقطر عدة مرات واتركه ليجف . معادلة تفاعل كبريتات النحاس (II) مع الصودا الكاوية .



أنقل أكسيد النحاس الأسود إلى بونقة احتراق وسخنه للتخلص من آثار الرطوبة واحتفظ به جافا .

أكتب معادلة كيميائية لتوضيح تحلل الراسب الأخضر الذى أدى إلى تكون الأوكسيد الاسود .

العينة (ج) : ضع قليلا من كربونات النحاس (II) في بونقة جافة وسخنها بهدوء . تتحلل كربونات النحاس الخضراء اللون إلى مادة سوداء ويتضاعف غاز ثاني أوكسيد الكربون . كيف يمكنك الكشف عن غاز ثانى أوكسيد الكربون ؟

- أكتب معادلة كيميائية لتوضيح عملية التحلل التي حدثت
المادة السوداء المتكونة هي أوكسيد النحاس (II) . احتفظ بالأوكسيد المتكون جافا .

التجربة الثانية :

تحلل العينات الثلاث من أوكسيد النحاس التي تم تحضيرها بتسخينها مع غاز الهيدروجين .

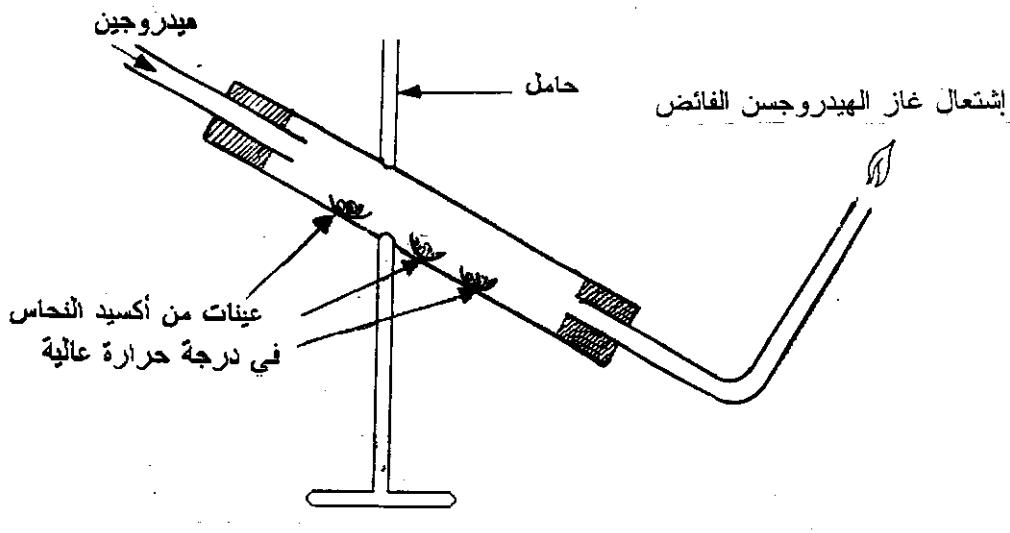
ملحوظة هامة : (أن إجراء هذه التجربة يتطلب احتياطات عديدة لذا يجب الحذر عند اجرائها) .

زن ثلاثة زوارق خزفية . ضع في كل زورق ١ - $\frac{1}{2}$ جرام من أحد عينات أوكسيد النحاس التي تم تحضيرها في التجربة السابقة . زن كل زورق من الزوارق الثلاثة بمحتوياتها . ضع الزوارق الثلاثة في أنبوبة زجاجية قوية تتحمل التسخين لدرجات الحرارة العالية .

تببيه :

إذا لم تتوافر هذه الأنبوة فلا تحاول إجراء التسخين ، ثم وصل الجهاز كما هو موضح في الشكل رقم (٣ - ٥)

الشكل رقم (٣ - ٥)
تفاعل عينات من اوكسيد النحاس مع غاز الهيدروجين



يمرر غاز الهيدروجين على الزوارق الثلاثة وهي ساخنة داخل الانبوبة الزجاجية . بعد امرار غاز الهيدروجين لفترة يتم اشعال الغاز الخارج عند الفتحة الاخرى من الانبوبة الزجاجية (ينبعى الحذر عند اشتعال الهيدروجين حتى لا يحدث انفجارا) . ستلاحظ أن تغيرا قد بدأ يحدث لأوكسيد النحاس (وهي مادة ذات لون اسود) في الزوارق الثلاثة . يمكنك عندئذ ايقاف التسخين لأن التفاعل ستتوقف عنه طاقة حرارية تكفى لاستمراره . ستلاحظ ان اوكسيد النحاس (اسود اللون) قد بدأ يتتحول الى النحاس (الاحمر اللون) . ستلاحظ أيضا إن بعضا من قطرات الماء بدأت تتكتف على الزورق (ج) وهو الطرف الاقل تسخينا في الانبوبة الزجاجية .

ما مصدر هذا الماء المتكون ؟

أكتب معادلة كيميائية لتوضيح تكوين هذا الماء ؟
لماذا توضع الانبوبة الزجاجية على الحامل بهذا الوضع المائل ؟

بعد إكمال عملية تحول أوكسيد النحاس (الأسود اللون) إلى النحاس الأحمر اللون ، دع الانبوبة الزجاجية بمحتوياتها تبرد ، ثم زن الزوارق الثلاثة بما تحتويه من نحاس . أحسب النسب المئوية لكثافة كل من النحاس والأوكسجين كل عينة من العينات الثلاثة لأوكسيد النحاس على النحو التالي :

- كثافة الزورق وهو خال = ١ جرام
- كثافة الزورق + عينة أوكسيد النحاس = ٢ جرام
- كثافة أوكسيد النحاس = ٢ - ١ = ١ جرام
- كثافة الزورق + كثافة النحاس الناتج = ٣ جرام
- كثافة النحاس الناتج = ٣ - ٢ = ١ جرام
- كثافة الأوكسجين الذي كان متخدًا مع النحاس = ٣ - ١ = ٢ جرام
- نسبة كثافة النحاس في العينة = $\frac{1}{3} \times 100\% = 33\%$

$$\text{نسبة كثافة الأوكسجين في العينة} = \frac{1}{3} \times 100\% = 33\%$$

بعد اجراء هذه العمليات الحسابية على عينات الأوكسيد الثلاث . ماذا تلاحظ عن النسبة المئوية لكثافة كل من النحاس والأوكسجين في كل عينة من عينات أوكسيد النحاس الثلاث ؟ ستلاحظ وفي حدود اخطاء التجريب المقبولة أن النسبة المئوية لكثافة كل من النحاس والأوكسجين في عينات أوكسيد النحاس الثلاث ثابتة .

يمكنك ان تستنتج أن العينات المختلفة لأوكسيد النحاس تحتوى على نفس العنصرين المكونين له بنسب وزنية ثابتة .

مثال : تم الحصول على النتائج التالية عند تحليل ثلاث عينات مختلفة من أوكسيد النحاس (II) تم الحصول عليها بثلاث طرق مختلفة .

العينة (ج)	العينة (ب)	العينة (أ)	كتلة الزورق (بالграмм)
٢,٧٠	٢,٥٠	٣,٥٠	كتلة الزورق + كثافة أوكسيد النحاس
٤,١٤	٣,٦٥	٤,٧٥	كتلة الزورق + كثافة النحاس
٣,٨٥	٣,٤٢	٤,٥١	كتلة النحاس
١,١٥	٠,٩٢	١,٠١	
٠,٢٩	٠,٢٣	٠,٢٤	كتلة الأوكسجين

.. النسبة المئوية لكتلة النحاس في أوكسيد النحاس

العينة (ج)	العينة (ب)	العينة (أ)
$100 \times \frac{1,15}{1,44}$	$100 \times \frac{0,92}{1,10}$	$100 \times \frac{1,01}{1,20}$
% 79,9 =	% 80,0 =	% 80,8 =

.. النسبة المئوية لكتلة الأوكسجين في أوكسيد النحاس

العينة (ج)	العينة (ب)	العينة (أ)
$100 \times \frac{0,29}{1,44}$	$100 \times \frac{0,23}{1,10}$	$100 \times \frac{0,24}{1,20}$
% 20,1 =	% 20,0 =	% 19,2 =

تثبت نتائج المثال أعلاه أن التركيب الكيميائي لأوكسيد النحاس (II) يتفق مع الاستنتاج السابق ، حيث تشير تلك النتائج إلى أن العينات الثلاث للمركب تحتوى على نفس العنصرين (النحاس والأوكسجين) وبنسب وزنية ثابتة . يمكنك الآن تعليم الاستنتاج السابق وصياغته على النحو التالي :

يحتوى المركب الكيميائى النقي على نفس العناصر المكونة له وبنسب وزنية ثابتة مهما اختلفت طرق تحضيره .

وهذا ما يعرف بقانون النسب الثابتة .

(٣ - ٥) القانون الثالث :

قانون النسب المضاعفة : Law of Multiple Proportions

في تجربة تم امرار غاز الهيدروجين على ٢,٨٥ جرام من عينة من اوكسيد النحاس الساخن فتم الحصول على ٢,٥٣ جرام من النحاس .

تجربة أخرى :

إذا تم امرار غاز الهيدروجين على ١,٩٠ جرام من عينة أخرى من اوكسيد النحاس الساخن يمكن الحصول على ١,٥٢ جرام من النحاس .
من النتائج السابقة :

(١) أحسب كثافة الاوكسجين المتتحد مع النحاس في كل حالة ؟

(٢) أحسب كثافة النحاس الذي يتحدد مع ١٠٠ جرام من الاوكسجين في كل من الاوكسيدين ؟

(٣) انساب كثافة النحاس المتتحد مع ١٠٠ جرام من الاوكسجين في الاوكسيد الاول الى كثافة النحاس المتتحد مع ١٠٠ جرام من الاوكسجين في الاوكسيد الثاني أيضاً .

(٤) ماذا تستنتج من هذه النتائج ؟

الحل :

(١) كثافة الاوكسجين المتتحد مع ٢,٥٣ جرام من النحاس في عينة الاوكسيد الاول = $2,85 - 2,53 = 0,32$ جرام .

كثافة الاوكسجين المتتحد مع ١,٥٢ جرام من النحاس في عينة الاوكسيد الثاني = $1,90 - 1,52 = 0,38$ جرام

(٢) ٠,٣٢ جرام من الاوكسجين اتحدت مع ٢,٥٣ جرام نحاس في الاوكسيد الاول

$$\therefore 100 \text{ جرام من الاوكسجين تتحدد مع } \frac{2,53 \times 100}{0,32} = 790,6 \text{ جرام نحاس}$$

٠,٣٨ جرام من الاوكسجين اتحدت مع ١,٥٢ جرام نحاس في الاوكسيد الثاني .

$$\therefore 100 \text{ جرام من الاوكسجين تتحدد مع } \frac{1,52 \times 100}{0,38}$$

= ٤٠٠ جرام نحاس .

(٣) كتلة النحاس في الأوكسيد الأول المتعدد مع ١٠٠ جرام أوكسجين إلى كتلة النحاس في الأوكسيد الثاني المتعدد مع ١٠٠ جرام أوكسجين = $790,6 : 400 = 1:2$ (تقريباً) .

هذا يعني إن نسبة كتلتي النحاس المتعدد مع كتلة ثابتة من الأوكسجين (١٠٠ جرام) تساوى $1:2$.

يعنى هذا الاستنتاج إن نسبة كتلتي النحاس الذى يتحد مع كتلة ثابتة من الأوكسجين (١٠٠ جرام) لتكون مركبين مختلفين (أوكسيدي النحاس)، هى نسبة عددية بسيطة و صحيحة $(1:2)$.

يمكنك الآن تعميم هذا الاستنتاج على النحو الآتى :

إذا إتحد العنصران A , B تحت ظروف مختلفة ليكونا أكثر من مركب فإن كتلة العنصر A التى تتحد مع كتلة ثابتة من العنصر B تكون بنسبة عددية بسيطة .

وهذا ما يعرف بقانون النسب المضاعفة . وبالفعل فإن الفلزات مثل الرصاص والحديد والنحاس تتحد مع الأوكسجين لتكون أكسيداتها ، ويتبين من الجدول رقم (٥ - ١) أن النسبة بين كتلتي الأوكسجين مع كتلة ثابتة من الفلز هي نسبة عددية بسيطة و صحيحة .

الجدول رقم (٥ - ١)

النسبة بين كل الأوكسجين المتعددة مع كتلة ثابتة من بعض الفلزات

تحويل النسبة إلى أصغر عدد صحيح	النسبة بين كتلتي الأوكسجين	كتلة الأوكسجين المتحدة مع ١٠٠ الفلز	الاكسيد	الفلز
$\frac{1}{2}$	$\frac{1,00}{2,00}$	٧,٨٠ ١٥,٦٠	PbO PbO ₂	الرصاص Pb
$\frac{2}{3}$	$\frac{1,00}{1,50}$	٢٩,٦٠ ٤٤,٢٠	FeO Fe ₂ O ₃	الحديد Fe
$\frac{1}{2}$	$\frac{0,500}{1,00}$	١٢,٦٠ ٢٥,٢٠	Cu ₂ O CuO	النحاس Cu

حاول أن تقارن بين نسبة كثلى الاوكسجين في الاوكسيدين في كل حالة وبين نسبة عدد ذرات الاوكسجين المتحدة مع ذرة واحدة من الفلز في الاوكسيد

ماذا تلاحظ ؟
 ملاحظة مهمة : البيانات الواردة في الجدول (١ - ٥) مستمدة من تجارب معملية .

مثال آخر لتوضيح قانون النسب المتضاعفة
 يحتوى كبريتيد الحديد (III) على ٤٦,٣ % بالوزن كبريت و ٥٣,٧ % بالوزن حديد ، بينما يحتوى كبريتيد الحديد (II) على ٣٦,٥ % بالوزن كبريت و ٦٣,٥ % بالوزن حديد .
 i. أحسب كثلة الكبريت الذى يتحد مع جرام واحد من الحديد في كل من المركبين .

ii. أنساب كثلة الكبريت الذى يتحد مع جرام واحد من كبريتيد الحديد (III) الى كثالة الكبريت الذى يتحد مع جرام واحد من الحديد في كبريتيد الحديد (II) .

الحل :

$$\text{في } 100 \text{ جرام من كبريتيد الحديد (III) يتحد } 46,30 \text{ جرام كبريت مع } 53,70 \text{ جرام حديد ،} \\ \therefore \frac{46,30}{53,70} \text{ جرام كبريت تتحد مع واحد جرام حديد .}$$

أى أن ٨٦,٠ جرام كبريت يتحد مع واحد جرام حديد .
 كذلك فإن كثالة الكبريت الذى يتحد مع ١ جرام حديد في كبريتيد الحديد (II) = $\frac{36,5}{63,5} = 0,575$ جرام

كثالة الكبريت الذى يتحد مع ١ جرام في كبريتيد الحديد (III)
كثالة الكبريت الذى يتحد مع ١ جرام حديد في كبريتيد الحديد (II)

$$= \frac{٣}{٠,٥٧٥} = ٠,٨٦٢ \quad \text{، وهى نسبة عدبية بسيطة .} \\ \therefore \text{تفق هذه النتيجة مع قانون النسب المضاعفة .}$$

مثال ثالث :

وجد أن ١٠٠ جرام من الكبريت تتحدد مع ١٤٦,٤ جرام من الاوكسجين لتكون المركب A ، وتحت ظروف أخرى تتحدد الكمية ذاتها من الكبريت مع ٩٧,٨ جرام من الاوكسجين لتكون المركب B . بين أن هذه النتائج تتوافق مع قانون النسب المضاعفة .

الحل :

بما أن كتلتي الكبريت في المركبين متساويتين ، علينا في هذه الحالة مقارنة كتلتي الاوكسجين في المركبين أي :

كتلة الاوكسجين في المركب A المتحدة مع ١٠٠ جرام من الكبريت
كتلة الاوكسجين في المركب B المتحدة مع ١٠٠ جرام من الكبريت

$$= \frac{\frac{٣}{٢}}{\frac{١,٥٠}{١,٠٠}} = \frac{١٤٦,٤}{٩٧,٨} \quad \text{(بالتقريب)}$$

وحيث أن هذه النسبة بسيطة وصحيحة فإن النتيجة المذكورة تتفق مع قانون النسب المضاعفة .

تمارين

١/ يحتوى كلوريد الصوديوم NaCl على ٣٩,٣ % من كتلته صوديوم ، و ٦٠,٧ % من كتلته كلور . أحسب كتلة الصوديوم الموجوده في ٢٥,٠ جرام من هذا الملح ؟

٢/ يحتوى أوكسيد الكالسيوم CaO على ٧١,٥ % من كتلته كالسيوم ، كم تكون كتلة أوكسيد الكالسيوم المحتوية على ٨٠,٣٥ جرام كالسيوم ؟

٣/ يتكون مركب ما بنسبة ٣٣,٣ % من كتلته من العنصر A و ٦٦,٧ % من كتلته من العنصر B . أحسب كتلة المركب الذي ينتج عندما يتفاعل ٤,٠٠ جرام من العنصر A مع ٦,٢٢ جرام من العنصر B .

٤/ يتفاعل الفلز M مع الاوكسجين مكونا الاوكسيدين A و B ، ، ٣,٠٠ جرام من كل من الاوكسيدين A و B تحتوى على ٠,٧٢ جرام و ١,١٦ جرام من الاوكسجين على الترتيب . أحسب كتلة الفلز M الذى يتحد مع جرام واحد من الاوكسجين في كل حالة ؟ ما هو القانون الكيميائى الذى توضحه هذه النتائج ؟

إذا كانت الصيغة الكيميائية للأوكسيد B هي MO فما هي الصيغة الكيميائية للأوكسيد A .

٥/ يتفاعل غاز الكلور Cl₂ مع الصوديوم Na ليتكون ملح الطعام NaCl حسب المعادلة الآتية :



ماذا يحدث إذا أضيفت ١٠,٧ جرام من الكلور إلى ٦,٢ جرام من الصوديوم ؟ (الوزن الذرى للصوديوم = ٢٣ ، الوزن الذرى للكلور = ٣٥,٥)

٦/ في مركب النشادر NH₃ ، يوجد النيتروجين بنسبة ٨٢,٣٥ % كتلة ، أما مركب الهيدرازين N₂H₄ فيحوى ٨٧,٥ % كتلة من النيتروجين . هل تتفق هذه النتائج مع قانون النسب المضاعفة ؟

الوحدة السادسة

أنواع التفاعلات الكيميائية

(٦ - ١) مقدمة :

إذا حاولت الحصول على قطعة صوديوم من الطبيعة فلن تتعثر عليها منفردة ، وستجد أن الصوديوم يوجد متعداً مع غيره من العناصر مكوناً مركبات كيميائية مختلفة .

- ذكر أحد المركبات التي يوجد فيها فلز الصوديوم في الطبيعة ؟
- ما العنصر أو العناصر التي تتحد مع الصوديوم في هذا المركب ؟
- كيف تتحدد ذرات هذه العناصر ؟

درست في المرحلة السابقة التغيرات الكيميائية للمواد ، وعرفت أنها تؤدي إلى إنتاج مواد جديدة تختلف في صفاتها عن صفات المواد الأصلية . فالماغنيزيوم عندما يشتعل يتحول إلى رماد أبيض يسمى أوكسيد الماغنيزيوم ويختلف هذا الاوكسيد في صفاته عن صفات كل من الماغنيزيوم والاوكسجين اللذين يتكون منهما . ويعرف تغير الماغنيزيوم في هذه الحالة بالتغير الكيميائي .

- ما التفاعل الكيميائي ؟

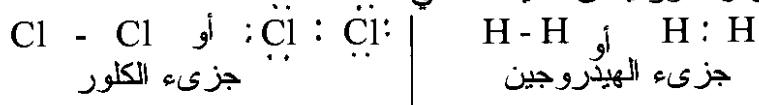
هو تفاعل تتم فيه إعادة ترتيب الذرات وارتباطها ببعضها البعض وينتج عن المواد المتفاعلة مواد مختلفة في خواصها الكيميائية عن المواد الأصلية أو المتقاعلات . ولكي يتم التفاعل الكيميائي لابد أن يتم تكسير روابط كيميائية قائمة وتكون روابط جديدة .

مثال :

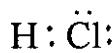
يتفاعل الهيدروجين مع الكلور عادة بوجود ضوء الشمس لتكون مركب كلوريد الهيدروجين . فماذا يحدث لكل من الهيدروجين والكلور ؟ وكيف ينتج كلوريد الهيدروجين ؟

يوجد كل من الهيدروجين والكلور على هيئة جزيئات ، ويتتألف كل جزء من ذرتين مرتبطتين مع بعضهما البعض . فإذا عرفنا الرقم الذري لكل

من الهيدروجين والكلور وهو ١ و ١٧ على الترتيب فإذا كلا من جزء الهيدروجين والكلور يمكن تمثيله كالتالي :



أما جزئي كلوريد الهيدروجين فيمكن تمثيله كالتالي :



لاحظ أن جزء كلوريد الهيدروجين يتكون من ذرة واحدة من الهيدروجين وذرة من الكلور (HCl) ، فكيف أمكن لذرتى الهيدروجين والكلور الارتباط ؟

لکی يتم ذلك لابد من كسر الرابطة بين ذرتى الهيدروجين في جزئه الهيدروجين (H_2) وذرتى الكلور في جزئه الكلور (Cl_2) وبالتالي يمكن للنرة الهيدروجين أن ترتبط بذرة الكلور لتكوين جزئ كلوريد الهيدروجين (HCl).



ما عدد جزيئات كلوريد الهيدروجين التي تنتج من تفاعل جزء واحد من الهيدروجين (H_2) وجزء واحد من الكلور (Cl_2) ؟

من المثال السابق يمكن أن نستنتج أن التفاعل الكيميائي يتضمن تكسير روابط قائمة وتكوين روابط جديدة . أى أن الروابط السابقة كانت ($H - H$) في جزيئات الهيدروجين والروابط ($Cl - Cl$) في جزيئات الكلور فماذا حدث عندما تفاعل الهيدروجين والكلور لتكوين كلوريد الهيدروجين (HCl) . نلاحظ أنه تم تكسير الروابط السابقة وتكوين روابط جديدة من نوع ($H - Cl$) . وبذلك تتم إعادة إرتباط الذرات بشكل جديد عن الروابط السابقة في كل تفاعل كيميائي .

تدريب : يتفاعل الهيدروجين (H_2) مع الاوكسجين (O_2) لانتاج جزيئات الماء (H_2O) .

- مثل بالرسم كلا من جزيئات المتفاعلات والنواتج .
- ب- كم عدد ذرات الهيدروجين التي تتحد مع ذرات الاوكسجين لتكون جزء الماء ؟**

- ج- ما نوع الروابط التي نشأت في حالة تكوين جزء الماء ؟**
- د- هل تتشابه صفات كل من الاوكسجين والهيدروجين مع صفات جزء الماء ؟**

سبق أن درست الروابط الكيميائية التي تحدث بين الذرات أو المجموعات الذرية وعرفت أن هناك أنواعاً مختلفة من الروابط الكيميائية تحدث بين ذرات العناصر ولهذا فهناك تفاعلات يمكن أن تنتج نتيجة لانتقال الالكترونات بالكامل من ذرة لآخر و تكون أيونات موجبة و سالبة ومن ثم تتجاذب هذه الايونات مكونة المركبات .

مثال :

تفاعل الصوديوم مع الكلور لتكون كلوريد الصوديوم . كيف يتفاعل الصوديوم مع الكلور إذا كان الرقم الذري لكل منها 11 و 17 على الترتيب ؟ ومن ناحية أخرى فان هناك نوعاً آخر من التفاعلات لا يتم فيه انتقال كامل للالكترونات من ذرة لآخر ولكن يتم فيه المشاركة الالكترونية بين الذرات المكونة للمركب .

مثال :

تفاعل الاوكسجين مع الكربون لتكون ثاني أوكسيد الكربون . كيف يتفاعل الاوكسجين مع الكربون لتكون ثاني أوكسيد الكربون ؟ وما تقدم يبرر لنا جلياً أن هناك أنواعاً مختلفة من التفاعلات منها :

- أ- ما يتم فيه انتقال كامل للالكترونات من ذرة أو مجموعة ذرية إلى أخرى .**

- ب- تفاعلات تؤدى إلى نواتج تتضمن المساهمة الالكترونية كلياً أو جزئياً بين ذرتين أو أكثر .**

٦ - ٢) أنواع التفاعلات الكيميائية :

مهما تكون النواتج في التفاعلات الكيميائية فإنه يمكن تصنيف التفاعلات الكيميائية المألوفة على النحو الآتي :

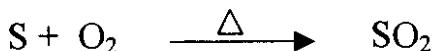
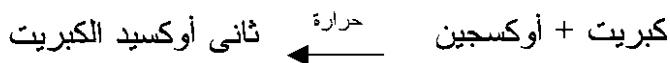
(١) تفاعلات الاتحاد البسيط : Simple Combination

وهي التفاعلات التي يحدث فيها إتحاد مادتين أو أكثر لتكوين مادة واحدة ويمكن أن يرمز لهذا النوع من التفاعلات بالآتي :

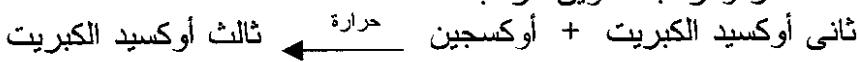


وينقسم هذا النوع من التفاعلات إلى عدة أنواع أهمها :

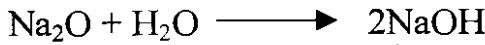
أ/ إتحاد عنصرين لتكوين مركب :



ب/ إتحاد عنصر ومركب لتكوين مركب :



ج/ إتحاد مركبين لتكوين مركب جديد :



وتلاحظ أن كل تفاعلات الاتحاد يمكن التعبير عنها بالمعادلة الرمزية الآتية :



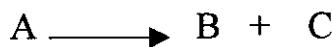
حيث يمكن لكل من A و B أن يكون عنصراً أو مركباً أما (C) فهو في كل الحالات مركب .

(٢) تفاعلات التحلل : Decomposition

وفي تفاعلات التحلل يتحلل المركب الكيميائي إلى مواد أبسط ويمكن تقسيم تفاعلات التحلل إلى ثلاثة أنواع :

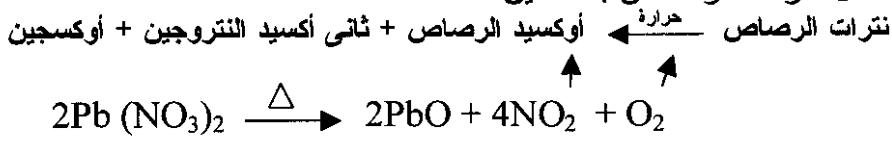
(أ) التحلل البسيط : Simple Decomposition

وفيه يتم تحلل المركب الكيميائي عند درجة الحرارة العادية مثل تحلل مادة نتریت الامونیوم عند درجة الحرارة العادية إلى نتروجين وماء ، ويرمز إلى تفاعلات التحلل عامة بـ :



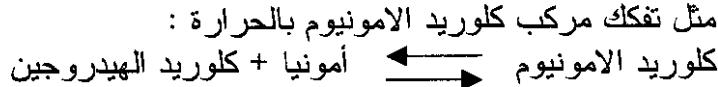
(ب) التحلل الحراري : Thermal Decomposition:

ويقصد به تحلل المركب الكيميائي إلى مكونات أبسط بالتسخين مثل : تحلل نترات الرصاص بالتسخين :



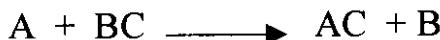
(ج) التفكك الحراري : Thermal Dissociation

حيث يتم فيه تحلل المركب الكيميائي بالحرارة إلى مكونات أبسط : ولكن إذا بربت المواد الناتجة تتحدد مرة أخرى لتكون المادة الأولى مرة ثانية

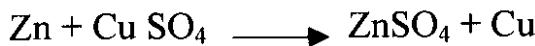
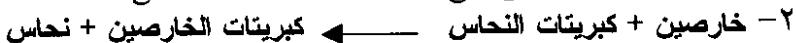
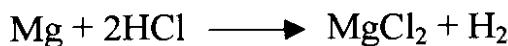




(٣) التبادل البسيط (الازاحة) : Simple Displacement :
ويقصد به أن يحل عنصر ما محل عنصر آخر في مركب من المركبات
ويرمز إليه بالرمز بـ :



مثال : يمكن لبعض الفلزات أن تحل محل الهيدروجين في بعض الأحماض أو
يمكن لفلزات أن تحل محل فلزات أخرى في مركباتها مثل فلز الخارصين الذي
يحل محل فلز النحاس في أملاحه .

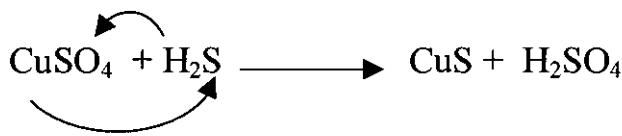


(٤) التبادل المزدوج : Double Decomposition :

ويحدث التبادل المزدوج عند تفاعل مادتين ، حيث يحدث ما يشبه تحلل
المادة إلى شقين ويتبع ذلك تبادل الشقوق Exchange of Radicals لتكوين
مواد جديدة . ويمكن أن نرمز إليه بـ :



مثال : تفاعل كبريتات النحاس مع غاز كبريتيد الهيدروجين ، حيث يحدث
تبادل مزدوج كما هو موضح في المعادلات التالية :
 $\text{كبريتات النحاس} + \text{كبريتيد الهيدروجين} \longrightarrow \text{كبريتيد النحاس} + \text{حامض الكبريت}$ (آلا)

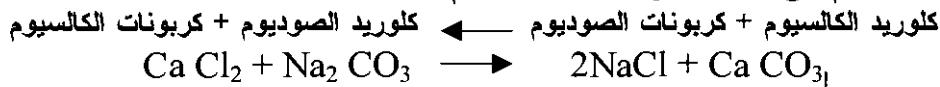


وفيما يلى أمثلة لهذا النوع من التفاعلات :

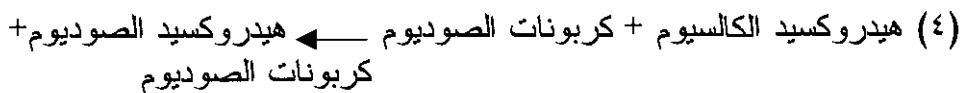
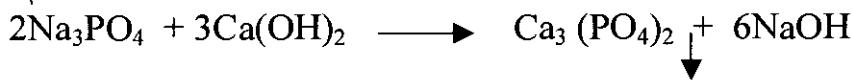
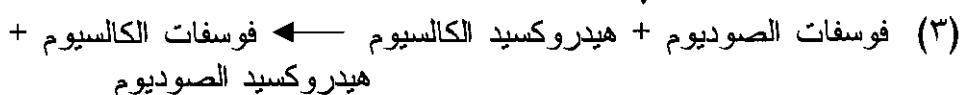
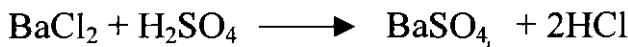
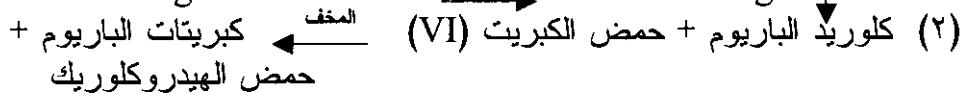
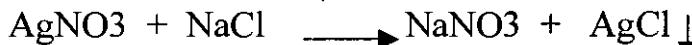
(أ) تفاعلات الترسيب :

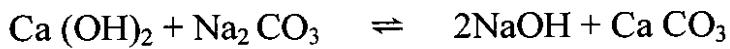
ويحدث هذا النوع من تفاعلات التبادل المزدوج في المحاليل المائية عندما يوجد في محلول المائي مركبان أيونيان منحلان (ذائبان) ويتحدد الايون الموجب من أحدهما مع الايون السالب من المركب الآخر بحيث يتكون مركب أيوني غير منحل (راسب).

وستُستخدم تفاعلات الترسيب لتحضير المركبات أو الاملاح غير القابلة للذوبان في الماء . مثلاً يمكن ترسيب كربونات الكالسيوم بإضافة محلول كلوريد الكالسيوم إلى محلول كربونات الصوديوم .



(والسهم الذى يشير الى أسفل يعني أن المادة غير قابلة للذوبان) .
واليك أمثلة أخرى لتحضير المواد بطريقة الترسيب .





(ب) تفاعلات التعادل : Neutralization

هي تفاعلات الأحماض والقواعد بالكميات المناسبة لتكوين الأملاح والماء .

ولاجراء تفاعلات التعادل نحتاج إلى :

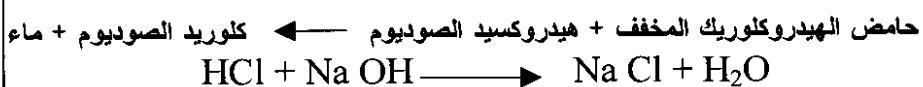
الأدوات : ماصة ، سحاحة ، دورق معايرة

المواد : محلول هيدروكسيد الصوديوم أو أي قلوى مناسب ، حامض الهيدروكلوريك المخفف ، دليل (محلول عباد الشمس أو الميثيل البرتقالى) .

الطريقة :

- ١/ بواسطة ماصة خذ حجماً معلوماً (٢٥ سم³) من محلول هيدروكسيد الصوديوم في دورق معايرة .
- ٢/ أضف إليها من ٢ - ٥ قطرات من الدليل (عباد الشمس) .
- ٣/ رج الدورق حتى يختلط الدليل بمحلول هيدروكسيد الصوديوم سجل لون الدليل في الوسط القلوى .
- ٤/ أملأ السحاحة بالحامض حتى العلامة الدالة على السعة وسجل النقطة التي تبدأ منها قراءة السحاحة .
- ٥/ ضع دورق المعايرة ومحتوياته أسفل السحاحة ثم أضف الحامض إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتدرج مع تحريك أو رج دورق المعايرة عند إضافة قطرات الحامض ، حتى لحظة تحول اللون إلى الأحمر .
- ٦/ تعرف النقطة التي يحدث عندها التحول في لون الدليل بنقطة التعادل . ويعرف التفاعل الذي حدثنا بواسطته حجم الحامض الذي يتفاعل مع كمية معينة من القلوى بتفاعل التعادل .
المحلول الذي تحصلنا عليه في دورق المعايرة محلول متوازن تقريباً يميل إلى الحامضية قليلاً .

معادلة التعادل :



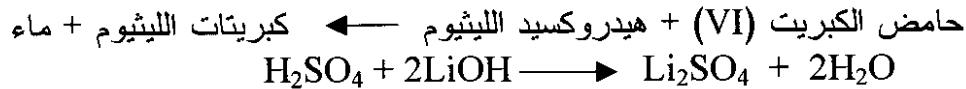
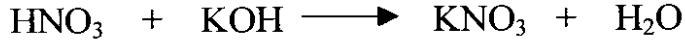
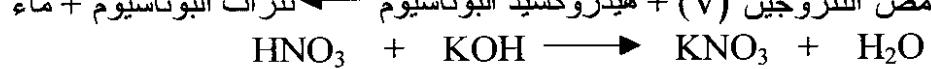
٧/ كرر العملية السابقة وفي هذه المرة خذ نفس كمية القلوى وأضف إليها كمية من حامض أقل من الكمية السابقة بمقدار ٢سم³ مع التحريك المستمر للدوارق . الآن يستمر في إضافة الحامض قطرة قطرة إلى أن يتحول اللون الأزرق إلى اللون الأحمر بواسطة قطرة واحدة .

٨/ حدد كمية الحامض المستعملة في التفاعل .

٩/ أعد التجربة للمرة الثالثة للتأكد من نقطة النهاية أو نقطة التعادل .

١٠/ خذ نفس كمية القلوى في دورق نظيف وأضف إليها متوسط القراءتين الآخريتين من الحامض مع عدم إضافة عباد الشمس تحصل على ملح كلوريد الصوديوم وماء فقط سخن محلول حتى الجفاف لتحصل على ملح كلوريد الصوديوم .

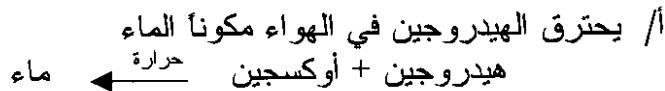
لمزيد من التوضيح فيما يلي تفاعلات بعض الأحماض مع بعض القواعد :



(٥) تفاعلات الأكسدة والاختزال :

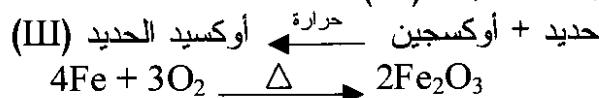
تلاحظ أن هناك نوعاً من التفاعلات تتعدد فيه العناصر المختلفة مع عنصر الاوكسجين مكونة ما يعرف بالأوكسأيد .

مثلاً :



مثال آخر :

ب/ يحترق الحديد المسخن لدرجة الاحمرار فينتج عن ذلك أوكسيد الحديد (III) .



والتفاعلات التي تتحدد فيها العناصر المختلفة مع الاوكسجين يطلق عليها تفاعلات الاكسدة (التأكسد) . وهناك تفاعلات تشابهها تماماً يتحدد فيها عنصر ما مع عنصر آخر غير الاوكسجين ، وتقع ضمن تفاعلات الاكسدة

أمثلة :

ج/ يتحدد الهيدروجين بالكلور مكوناً غاز كلوريد الهيدروجين
الهيدروجين + كلور \longrightarrow كلوريد الهيدروجين



د/ يتحدد الحديد مع الكلور مكوناً كلوريد الحديد (III)
الحديد + الكلور \longrightarrow كلوريد الحديد (III)

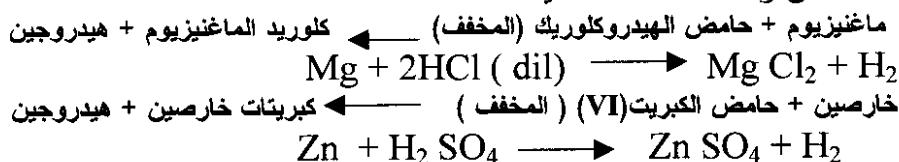


ه/ يتحدد الحديد مع الكبريت مكوناً كبريتيد الحديد (II)
الحديد + الكبريت \longrightarrow كبريت الحديد (II)



و/ كما يتحدد الصوديوم مع عنصر الكلور مكوناً كلوريد الصوديوم
 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$

ز/ تتفاعل الفلزات مثل الماغنيزيوم والخارصين مع الاحماسن مثل حامض الكبريت (VI) والهيدروكلوريك المخففين بحيث يزيل الفلز هيدروجين الحامض وفقاً للمعادلات الآتية :



ح/ وينتقل الخارصين مع كبريتات النحاس ويزيد الخارصين فلز النحاس كما في المعادلة التالية :

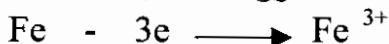


- فما أوجه الشبه بين كل التفاعلات السابقة ؟

- كيف يمكن تفسير تفاعلات التاكسد والاختزال بحيث تشمل كل الامثلة السابقة ؟

- هل يمكن ان نفس ذلك إذا رجعنا الى انتقال الالكترونات بين الذرات المتفاعلة ؟

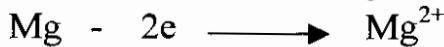
يمكن ملاحظة أن ذرات الهيدروجين والهيدروجين والصوديوم والماغنيزيوم والخارصين كانت محابية في شحذاتها الكهربائية قبل التفاعل الكيميائي ولكنها تحولت الى أيونات موجبة ، مما يعني أنها فقدت الالكترونات . فعندما يتفاعل الحديد مع الاوكسجين أو الكلور لتكوين أوكسيد أو كلوريد الحديد (III) تفقد كل ذرة من ذراته ثلاثة الالكترونات حسب المعادلة التالية :



كذلك الحال مع الصوديوم ، فعندما يتفاعل ذرته المحابية المتعادلة مع الاوكسجين أو الكلور فإنها تفقد الالكترونا واحداً حسب المعادلة التالية :



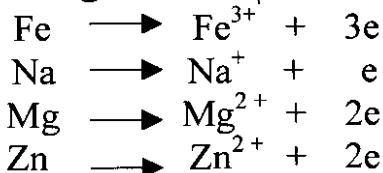
ويحدث نفس الشيء مع الماغنيسيوم والخارصين فكل منها عندما يتفاعل يفقد الالكترونين حسب المعادلة التالية :



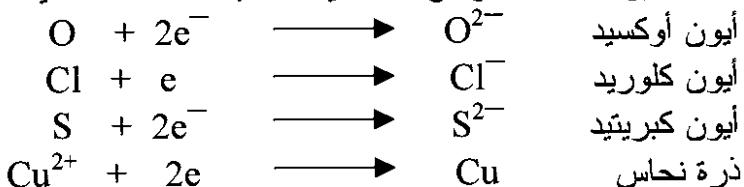
يمكن تعريف التاكسد على ضوء التفاعلات السابقة ، بأنه التفاعل الذي تتم فيه :

١- إما إضافة الاوكسجين للجزئيات أو الذرات أو الايونات أو المجموعات الذرية .

- ٢- أو نزع الهيدروجين من الجزيئات أو الأيونات أو المجموعات الذرية .
- ٣- أو فقدان الألكترونات من الجزيئات أو الأيونات أو الذرات أو المجموعات الأيونية . وعليه فيمكن أن نقول أن ذرات الهيدروجين والحديد والصوديوم والماغنيزيوم والخارصين قد تأكسدت لأنها فقدت الكترونات وبالتالي زادت الشحنات الموجبة المحمولة عليها . وهو ما يعرف بزيادة عدد الأكسدة (التأكسد) ، وهذا هو المفهوم الأشمل لمعنى الأكسدة .



وعندما تنتقل إلى الجانب الآخر أي إلى الذرات أو الأيونات أو المجموعات الذرية المتفاعلة مع هذه العناصر السابقة مثل الأوكسجين والكلور والكربون وأيون النحاس الموجب ، تلاحظ أن الألكترونات التي فقدتها العناصر السابقة تكتسبها ذرات الكلور أو الأوكسجين أو الكربون أو أيون النحاس (II) الموجب مكونة أيونات سالبة أو ذرات محابية حسب المعادلات الآتية :



∴ فقد تحولت ذرات O , Cl , S لـ أيونات سالبة ، أما أيون النحاس (II) الموجب فقد تحول إلى ذرة النحاس المحابية (المتعادلة) .

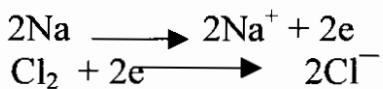
تلاحظ أنه يمكن تطبيق مفهوم انتقال الألكترونات (اكتساب الألكترونات) على هذه الذرات ، أو الأيونات أو الجزيئات أو المجموعات الذرية ، وهو ما يُعرف بعملية الاختزال التي تعد عملية معاكسة لعملية الأكسدة ، وعليه يمكن تعريف الاختزال بأنه التفاعل الذي يتم فيه :

١/ أما إضافة الهيدروجين للجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو المجموعات الذرية .

٢/ أو نزع الأوكسجين من الجزيئات أو الأيونات أو المجموعات الذرية

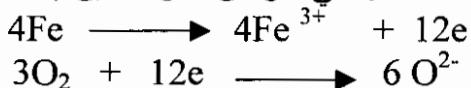
٣/ أو إكتساب الكترونات بواسطة الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو المجموعات الذرية .

ونلاحظ أن عمليتي فقدان وإكتساب الألكترونات عمليتان متعاكستان متلازمتان لابد من حدوثهما في نفس الوقت ، ففي الوقت الذي يفقد فيه جانب الألكترونات لابد من وجود جانب آخر يكتسب هذه الألكترونات . أى أنه عند حدوث عملية تاكسد لابد من حدوث عملية اختزال في نفس الوقت ولذلك نقول أن عمليتي التاكسد والاختزال عمليتان متلازمتان . ويمكن الجمع بين عمليتي التاكسد والاختزال في معادلة واحدة كما يلى :



بالجمع : $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Na Cl}$

كذلك عند تاكسد الحديد في جو من الاوكسجين يحدث الآتى :



بالجمع : $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{Fe}^{3+} + 6\text{O}^{2-}$

وتصبح الصيغة النهائية كما يلى :



في المعادلات السابقة تلاحظ أنه عندما تتاكسد ذرات الصوديوم والحديد يفقد الألكترونات والتحول إلى أيونات سالبة وهذا يؤكد أن عمليتي التاكسد والاختزال عمليتان متعاكستان ومتلازمان .

العامل المؤكسد والعامل المخترل :

العامل المؤكسد هو عبارة عن مادة (قد تكون ذرة أو جزيئاً أو أيوناً أو مجموعة أيونية) لها المقدرة على إضافة الاوكسجين أو إنتزاع الهيدروجين أو إكتساب الالكترونات في أي تفاعل من التفاعلات . فدرات الكلور والاوكسجين والكربون وأيونات النحاس في الامثلة السابقة تكتسب الالكترونات أثناء التفاعل الكيميائي . ونلاحظ أن هذه الذرات أو الايونات تخترل في نفس الوقت الذي تلعب فيه دور العامل المؤكسد ، وعكس ذلك يمكن أن يقال في حالة العامل المخترل .

تمارين على الوحدة السادسة

١/ عرف المصطلحات الآتية :

- أ- التفاعل الكيميائي
- ب- التحلل الحراري
- ج- التاكسد
- د- الازاحة
- هـ- العامل المؤكسد

٢/ بمعادلة رمزية موزونة مثل لكل من التفاعلات الآتية :

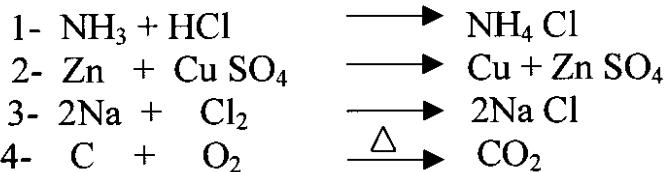
- أ- التفكك الحراري
- ب- الاتحاد البسيط
- ج- التاكسد والاختزال
- د- التبادل المزدوج
- هـ- التعادل

٣/ يتفاعل الكالسيوم ورقمه الذري (٢٠) مع الفلور ورقمه الذري (٩) لتكوين

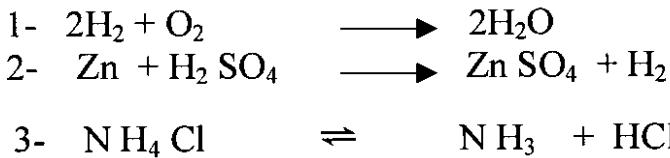
مركب فلوريد الكالسيوم . بين :

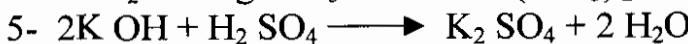
- أ- بالرسم التوزيع الالكترونى لكل من الذرتين .
- ب- أي الذرتين تفقدا وأيهما يكتسب ؟
- ج- عدد الالكترونات التي تفقدا أو تكتسب كل ذرة .
- د- أي الذرتين تتاكسد وأيهما تختزل ؟ وأيهما العامل المختزل وأيهما العامل المؤكسد ؟
- هـ- نوع التفاعل الذي يحدث بين الذرتين .
- و- نوع الرابطة التي تتشكل بين الذرتين .
- ز- كم عدد ذرات الفلور التي تتحدد مع ذرة من الكالسيوم لتكوين جزء فلوريد الكالسيوم ؟

٤/ عين تفاعلات التاكسد والاختزال من بين التفاعلات الآتية :



٥/ وضح نوع كل من التفاعلات الآتية :





٦/ بافتراض حدوث تفاعل كيميائي بين كل زوج من العناصر الآتية :

أ- الهيدروجين (${}_1\text{H}$) والبوتاسيوم (${}_{19}\text{K}$)

ب- الفلور (${}_{9}\text{F}$) والهيدروجين (${}_1\text{H}$)

ج- الكلور (${}_{17}\text{Cl}$) والليثيوم (${}_{3}\text{Li}$)

د- الكربون (${}_{6}\text{C}$) والكلور (${}_{17}\text{Cl}$)

في كل زوج بين الآتي :

١- أي العنصرين يكتسب شحنة موجبة

٢- أي العنصرين يعتبر عاملًا مؤكسداً

٣- عدد الألكترونات التي يكتسبها أو يفقدها أي من العنصرين أثناء التفاعل .

٤- الصيغة الكيميائية لجزيء المركب الذي يتكون عند تفاعل أي زوج .

٧/ أكتب معادلات رمزية موزونة لتفاعلات التآكسد والاختزال التالية مبينا العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل حالة :

١- خارصين + حامض الهيدروكلوريك $\longrightarrow \dots \dots \dots$

٢- حديد + \longrightarrow كبريتيد الحديد (II)

٣- نحاس + حامض الكبريت (VI) المركز \longrightarrow كبريتات نحاس + ثاني أوكسيد الكبريت + ماء .

٨/ علل للظواهرات الكيميائية التالية :

١- ظهور راسب أصفر عند خلط غازى ثانى أوكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين .

٢- ظهور غاز أصفر مخضر مميز الرائحة عند تفاعل حامض الهيدروكلوريك المركز مع ثانى أوكسيد المنغنيز .

٣- اختفاء اللون الأبيض لملح كلوريド الأمونيوم عند تسخينه .

٤- ظهور لون بني داكن عند تسخين ملح نترات النحاس .

الوحدة السابعة

الحساب الكيميائي Stoichiometry

(٧ - ١) أهمية الحسابات الكيميائية :

في حياة الإنسان كثير من النشاطات التي تتطلب تحديد كميات المواد التي سوف يستهلكها أو ينتجها ، ففي المطبخ تستخدم مكاييل أو مقاييس بسيطة كالملعقة والكوب والفنjan و غيرها لتحديد مقادير المواد التي مستخدم في الطبخ وغيرها ، بحيث لا تزيد هذه الكميات ولا تنقص عن الحد الذي يمكن أن يؤدي إلى ثف الطعام من حيث المذاق أو النكهة أو القيمة الغذائية .

وفي المصانع يحتاج الكيميائيون إلى الدقة لتحديد كميات المواد اللازمة لتحضير مادة معينة بالمواصفات المطلوبة لضمان الجودة المرغوبة من المستهلك . ففي صناعة الصابون وسماد البيريا والأمونيا (النشار) وصناعة البلاستيك مثلاً يجب الا تزيد نسب المواد المتفاعلة عن مقادير محددة حتى تخرج السلعة المنتجة بالمواصفات المحددة بما يضمن تسويقها وتحقق عائداً اقتصادياً .

وكثيراً ما ننظر إلى زجاجة دواء فنجد عليها قائمة بالنسب المئوية لمكونات الدواء الأساسية . فما هي أهمية هذه النسب على فاعلية الدواء ؟ هل تتغير فاعلية الدواء إذا تغيرت نسب أحد مكوناته ؟ هل لذلك آثار سالبة على صحة المريض إذا تغيرت هذه النسب ؟

- كيف نستطيع أن نحسب كميات المواد اللازمة لانتاج معين ؟
- كيف نستطيع أن نحدد كميات المواد اللازمة لانتاج سلعة معينة بالمواصفات المطلوبة ؟

إن المرجع الأساسي الذي يستخدمه الكيميائي في حساباته هو المعادلة الكيميائية الموزونة أو الصيغة الجزيئية الصحيحة لمركب ما ، وذلك لأنها توفر معلومات أساسية يعتمد عليها في إجراء الحسابات الكيميائية .

(٢ - ٢) مفهوم الحساب الكيميائي :

يقصد بالحساب الكيميائي تعين أو حساب العلاقات الكمية بين المواد المختلفة سواء أكانت مركبات أو عناصر . ويعنى ذلك تحديد العلاقات الوزنية أو الحجمية للمواد المتفاعلة أو الناتجة عن التفاعلات .

(٢ - ٣) أهمية الحساب الكيميائي :

يساعد الحساب الكيميائي في :

- أ / تحديد نسب كتل العناصر الداخلة في تكوين المركب .
- ب / تحديد حجم الغاز الناتج في ظروف معينة كالحرارة والضغط وغيرها .
- ج / تحديد كميات المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل .
- د / تحديد عدد المولات المتفاعلة أو الناتجة من التفاعل .
- ه / تحديد عدد الذرات أو الجزيئات من العناصر أو المركبات المتفاعلة أو الناتجة من التفاعل .

(٤ - ٤) الكتل الذرية :

من دراستك السابقة علمت أن العناصر تتكون من دقائق متشابهة تعرف بالذرات ، وأن هذه الذرات لا متناهية في الصغر بصورة لا يمكن الكشف عنها لو استعملنا أقوى المجاهر . إذن فالحديث عن كتلة جسم بهذه الدرجة من الصغر قد يكون معضلة حقيقة . لأن وحدات وأدوات الكتلة المستخدمة في عالم الأحجام الكبيرة لا يمكن أن تصلح للاستعمال في عالم الجسيمات الامتناهية في الصغر . إذن كيف يمكن أن نزن جسماً صغيراً بهذا الحجم ؟

إن الكتلة الحقيقة أو المطلقة لاي ذرة هو مقدار ضئيل للغاية . فمثلاً تقدر كتلة ذرة الهيدروجين بنحو $1,67 \times 10^{-24}$ غرام ويعنى ذلك أن :

$$\text{كتلة ذرة الهيدروجين} = \frac{1,67}{24,1} \text{ من الجرام}$$

$$\text{أو} \\ \frac{1,67}{\text{مليون} \times \text{مليون} \times \text{مليون}} \text{ من الجرام}$$

وكذلك الحال في الجزيئات الدقيقة فإن الكتلة المطلقة تكون مقداراً ضئيلاً حيث يمكن أن تكون كتلة جزء الهيدروجين (H_2) الذي يتكون من ذرتين من عنصر الهيدروجين (H_2) بنحو $10^{-24} \times 3,34$ جرام أى أن :

$$\text{كتلة جزء الهيدروجين } H_2 = \frac{3,34}{24,1} \text{ من الجرام}$$

لذاك فنحن لا نستطيع أن نزن ذرة بعئنها ، ولكننا يمكن أن نقارن كتلة ذرة بكتلة ذرة أخرى بمعنى لابد من مقاييس للمقارنة . وقد اتخذ الكيميائيون ذرة الهيدروجين كمقاييس ، (وذلك لأنها أخف الذرات المعروفة حتى الان) كوحدة قياسية نسبوا إليها كتل العناصر او الجزيئات المعروفة الان . فإذا استطعنا مثلاً تحديد (بطريقة أو باخرى) النسب المئوية الدالة في تكوين مركب ما فإنه يكون بامكاننا تحديد نسب كتل ذرات العناصر المتفاعلة إلى بعضها البعض ومن هذه الحقيقة يمكن تعريف الكتلة الذرية بأنها :

هي عبارة عن عدد المرات التي تكون بها كتلة ذرة العنصر أكبر من كتلة ذرة الهيدروجين أى :

$$\text{الكتلة الذرية} = \frac{\text{كتلة ذرة العنصر}}{\text{كتلة ذرة الهيدروجين}}$$

.. الكتلة هي كتلة نسبية للذرات منسوبة إلى معيار محدد وهو كتلة ذرة الهيدروجين التي يفترض أنها تساوى وحدة واحدة . حديثاً استبدل عنصر الهيدروجين كمقاييس للكتل الذرية بعنصر الكربون ١٢ .

حيث أصبحت وحدة الكتلة الذرية $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون ١٢ .

وعلى ضوئها تم تحديد الكتل الذرية للعناصر المعروفة الان

ويلاحظ أنه إذا إستطعنا أن نحدد بطريقة أو باخرى النسب المئوية للعناصر المكونة لمركب ما ، فإنه يكون بامكاننا أن نحدد نسب كتل ذرات العناصر إلى بعضها البعض .

مثلاً :

يتركب الماء من الاوكسجين والهيدروجين بنسبة ٨٨,٨١٪ و ١١,١٩٪ وزناً ، على الترتيب .

ويعنى ذلك أن نسبة كتل ذرات الاوكسجين الموجودة في كل ١٠٠ جرام من الماء إلى كتل ذرات الهيدروجين الموجودة في هذه الكتلة من الماء هو ٨٨,٨١ : ١١,١٩ ، وباختصار هذه النسب تكون ٧,٩٣٧ : ١ .

فإذا كان جزء الماء يتكون من ذرة واحدة من الاوكسجين وذرة واحدة من الهيدروجين فان كتلة ذرة الاوكسجين يكون مساوياً كتلة ذرة الهيدروجين ٧,٩٣٧ مرة ، أما إذا كان تكوين جزء الماء هو ذرتان من الهيدروجين وذرة من الاوكسجين فان :

$$\begin{aligned} \text{كتلة ذرة الاوكسجين} &= \text{كتلة ذرتى هيدروجين} \times 7,937 \\ &= \text{كتلة ذرة هيدروجين} \times 2 \times 7,937 \\ &= \text{كتلة ذرة الهيدروجين} \times 15,874 \end{aligned}$$

ولما كان الافتراض الاخير (أن جزء الماء يتكون من ذرتى هيدروجين وذرة أوكسجين) هو الصحيح ومبرهن عملياً ، فان :

$$\text{كتلة ذرة الاوكسجين} = \text{كتلة ذرة الهيدروجين} \times 15,874$$

مثلاً آخر :

يتكون غاز الميثان من ٢٥٪ هيدروجين و ٧٥٪ كربون كتلة . ما هي نسبة كتلة ذرة الكربون إلى كتلة ذرة الهيدروجين ؟
الحل :

في كل ١٠٠ جرام من الميثان توجد ٢٥ جرام هيدروجين و ٧٥ جرام كربون . ووجد عملياً أن جزء الميثان يتكون من أربع ذرات هيدروجين وذرة واحدة من الكربون .

$$\frac{\text{كتلة ذرة الكربون}}{\text{كتلة ذرة الهيدروجين}} \text{ في جزئ الميثان} = \frac{\text{كتلة ذرة الكربون}}{\text{كتلة 4 ذرات هيدروجين}}$$

$$\frac{75}{25} = \frac{\text{كتلة ذرة الكربون}}{\text{كتلة 4 ذرات هيدروجين}}$$

بالاختصار :

$$\text{كتلة الكربون} = \text{كتلة 12 ذرة هيدروجين}$$

∴ كتلة الكربون يساوى وزن ذرة الهيدروجين 12 مرة

مثال :

يتكون كلوريد الصوديوم من 60,68 % كلور و 39,32 % صوديوم
كتلة ، ما هي نسبة كتلة ذرة الكلور الى كتلة ذرة الصوديوم ؟

الحل :

في كل 100 جرام من كلوريد الصوديوم تكون كتلة الكلور 60,68 جرام وتكون كتلة الصوديوم 39,32 جرام ، وقد وجد عملياً أن جزئ كلوريد الصوديوم ، يتكون من ذرة صوديوم وذرة كلور :

$$\frac{60,68}{39,32} = \frac{\text{كتلة ذرة الكلور}}{\text{كتلة ذرة الصوديوم}} \text{ في كلوريد الصوديوم} = \frac{1,54}{1}$$

بمعنى آخر فان كتلة ذرة واحدة من الكلور يساوى كتلة ذرة واحدة من الصوديوم 1,54 مره .

يتضح لنا من الامثلة السابقة أنه بالامكان المقارنة بين كتل الذرات دون الحاجة الى معرفة كتلة الذرة الحقيقية . ولكى تكون المقارنة ذات مدلول واحد كان لابد من الاتفاق على معيار محدد ، وقد تعارف الجميع على أن يكون هذا

المعيار هو ذرة الهيدروجين كما اتفق عرفياً أن تكون كثة ذرة الهيدروجين تساوى واحد (دون الحاجة الى ذكر وحدات الكثة المتعارف عليها كالجرام أو الكيلو جرام الخ) .

وفي مرحلة معينة من مراحل تطور العلوم . تم الاتفاق على أن يكون المعيار هو $\frac{1}{12}$ من كثة ذرة الكربون ١٢ . وهو ما يعرف بوحدة الكثة

الذرية ، و . أ . م . ذ (Atomic mass unit , a . m . u) وبذلك تم تحديد الكتل الذرية للعناصر منسوبة الى هذا المعيار (راجع جدول الكتل الذرية الملحق بهذا الباب) .

(٧ - ٥) الكتل الذرية مقدرة بالجرامات :

سبق أن عرفنا الكثة الذرية ب أنها نسبة ولذلك لم نميزها بايه وحدة من وحدات الكثة المتعارف عليها . ولكننا نلاحظ في كثير من الحسابات الكيميائية للكتل الذرية أو الجزيئية أن تلك الكتل مميزة بوحدة الجرام . ويطلق عليها في هذه الحالة الكتل الذرية الجرامية ، فما هي الكتل الذرية الجرامية ؟

الكتل الذرية الجرامية هي عبارة عن الكتل الذرية معرفة بوحدة الغرام بافتراض أن كثة الهيدروجين العادي (النظير الخفيف للهيدروجين) يساوى واحد جرام . بمعنى أنه إذا كان كثة ذرة الاوكسجين ١٦ (أي ١٦ مرة تقريباً مثل ذرة الهيدروجين) فإن كتلتها الذرية الغرامية تصبح ١٦ جراماً . وكذلك تصبح الكتلة الذرية الجرامية للكلور تساوى ٣٥,٥ جرام ، وهكذا فإن الكتلة الذرية الجرامية لاي عنصر هي الكثة الذرية لذلك العنصر مميزة بوحدة الجرام .

(٧ - ٦) الكتلة الجزيئية :

الكتلة الجزيئية لعنصر أو مركب ما هي عبارة عن مجموع كتل الذرات الدخلة في تكوين الجزء .

كتلة جزئ واحد من العنصر أو المركب

.: الكتلة الجزيئية لعنصر أو مركب

كتلة ذرة واحدة من الهيدروجين

كما يمكن تعريفها بأنها عدد المرات التي تكون بها كتلة جزئ العنصر أو المركب الكيميائي أكبر من كتلة ذرة الهيدروجين .

مثال (١) :

الكتلة الجزيئية للماء هي مجموع كتل ذرات الهيدروجين والأوكسجين في جزء الماء (H_2O) .

$$\text{الكتلة الجزيئية للماء} = [2 \times 1 + 1 \times 16] = 18 = 16 + 2$$

مثال (٢) :

أحسب الكتلة الجزيئية للكحول الأيثيلي (C_2H_5OH) (راجع جدول الكتل الذرية في نهاية الباب)

$$\text{الكتلة الجزيئية للكحول الأيثيلي} = [16 \times 2 + 12 \times 6 + 1 \times 1 + 1 \times 16] = 46 = [16 + 6 + 24]$$

مثال (٣) :

يتكون جزء سكر القصب من ١٢ ذرة كربون و ٢٢ ذرة هيدروجين و ١١ ذرة أوكسجين ، حسب الصيغة الجزيئية ($C_{12}H_{22}O_{11}$) . أحسب الكتلة الجزيئية لسكر القصب ؟

(راجع جدول الكتل الذرية في نهاية الباب)

الحل :

الكتلة الجزيئية = مجموع كتلة الذرات المكونة لجزء السكر

$$[16 \times 12 + 1 \times 22 + 11 \times 1] =$$

$$[176 + 22 + 11] =$$

$$= 342$$

وهذا يعني أن الكتلة الجزيئية لجزء سكر القصب أكبر من $\frac{1}{2}$ من ذرة الكربون أو ذرة واحدة من ذرات الهيدروجين الخفيف بـ ٣٤٢ مرة .

الكتلة الجزئية مقدمة بالجرامات :

الكتلة الجزئية بالجرامات هي عبارة عن الكتلة الجزئية النسبية معرفة بكلمة غرام باعتبار أن المعيار المستخدم لقياس الكتل الذرية ($\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون أو ذرة الهيدروجين الخفيف) تعادل واحد جرام .

فالكتلة الجزئية الجرامية للماء = 18 جرام

والكتلة الجزئية الجرامية للكحول الايثيلي = 46 جرام

والكتلة الجزئية الجرامية لسكر القصب = 342 جرام

(٧ - ٧) النسب المئوية لكتل مكونات المادة :

سيق أن درست المركبات الكيميائية والتعبير عنها بصيغ تعرف بالصيغ الكيميائية ، ودرست كيف يمكن حساب الكتل الجزئية لهذه المركبات ، ولكن كيف توصل العلماء لهذه الصيغة الجزئية ؟

لقد توصل العلماء لهذه الصيغ عن طريق معرفة عدة أشياء منها دراسة النسب المئوية لمكونات المركب . ولكن كيف يمكن إيجاد هذه النسب المئوية ؟

يتم ذلك عن طريقأخذ عينة نقية من المركب المجهول وتحليلها لمعرفة العناصر المكونة ومقادير هذه العناصر .

مثال (١) :

عند تحليل عينة نقية كتلتها 4,4 جرام من مركب مجهول وُجد أنها تتكون من 1,2 جرام كربون والباقي أوكسجين . بين :

أ- كتلة الأوكسجين في العينة .

ب- نسبة الكربون في العينة .

ج- نسبة الأوكسجين في العينة .

الحل :

بما أن كتلة العينة النقية 4,4 جرام وكتلة الكربون 1,2 جرام وهي تتكون من الكربون والأوكسجين فقط .

أ / : كتلة الأوكسجين في العينة = 4,4 - 1,2 = 3,2 جرام

$$\text{ب} / \therefore \text{نسبة الكربون في العينة} = \frac{1,2}{4,4} \times 100 = 27\%$$

ج / $\therefore \text{نسبة الاوكسجين في العينة} = \frac{3,2}{4,4} \times 100 = 73\%$
 كيف يمكن الاستفادة من هذه النسب في الوصول إلى الصيغة الجزيئية
 للمركب ؟

وإذا قيل لنا إن المركب يمكن أن يمثل بـ CO_2 ، CO

فكيف تقرر أن أي من الصيغتين تمثل النسب التي تحصلت عليها من العينة الفقية ؟

لکی تقرر ذلك ، حسب نسبة الكربون إلى الاوكسجين في كل من الصيغتين ، ونحدد في أي من الصيغتين تكون النسب مطابقة للنسب المحسوبة من العينة .

فتكون الكثل في CO كالتالي :

$$\underline{\text{نسبة كثة الكربون إلى كثة الاوكسجين}} = 12 : 16 = 3 : 4$$

أما في CO_2 فتكون نسب المكونات كالتالي :

$$\text{نسبة كثة الكربون إلى كثة الاكسجين} = 12 : 32 = 3 : 8$$

$$\text{نسبة الكربون إلى الاوكسجين في العينة} = 1,2 : 3,2 = 3 : 8$$

نلاحظ أن النسبة المحسوبة من العينة تتطابق تماماً والنسبة المحسوبة للعناصر من الصيغة CO_2 . إلن نستطيع أن نقرر أن المركب الموجود في العينة الفقية هو ثاني أوكسيد الكربون CO_2 .

من هذا المثال نلاحظ أن النسبة المئوية لعنصر في مركب ما هي :

$$\frac{\text{عدد ذرات العنصر في المركب} \times \text{الكتلة الذرية للعنصر} \times 100}{\text{الكتلة الجزيئية للمركب}}$$

مثال (٢) :

حل باحث كيميائي عينة نقيّة كتلتها ٤ جرام من مركب هيدروكربوني مجهول فوجد أنها تحوي ١ جرام هيدروجين والباقي كربون ، أحسب :

- النسبة المئوية لكتلة كل من الهيدروجين والكربون في العينة .
- بـ - حدد : أي الصيغتين (CH_4) (C_2H_6) يمكن أن تمثل المركب ؟

الحل :

$$\begin{aligned} \text{كتلة الكربون في العينة} &= 4 - 1 = 3 \text{ جرام} \\ \text{النسبة المئوية لكتلة الهيدروجين} &= \frac{1}{4} \times 100 \% = 25 \% \\ \text{النسبة المئوية لكتلة الكربون} &= \frac{3}{4} \times 100 \% = 75 \% \end{aligned}$$

لكل نحدد أي الصيغتين يمكن أن تمثل المركب ، نحسب نسبة الكربون والهيدروجين في كل منها ونجد أيهما تتطابق نسبها مع نسب العينة المحسوبة .
فيما يتعلق بالصيغة (C_2H_6) فإن الكتلة الجزيئية تساوى :

$$30 = 1 \times 6 + 12 \times 2$$

$$\begin{aligned} \text{نسبة كتلة الهيدروجين} &= \frac{6}{30} \times 100 \% = 20 \% \\ \text{نسبة كتلة الكربون} &= \frac{24}{30} \times 100 \% = 80 \% \end{aligned}$$

نلاحظ أن هذه النسب لا تتطابق والنسب المحسوبة من العينة ، إذن فالصيغة (C_2H_6) لا تمثل المركب المجهول .

فيما يتعلق بالصيغة (CH_4) فإن الكتلة الجزيئية تساوى :

$$\begin{aligned} 16 &= 1 \times 4 + 12 \times 1 \\ \text{نسبة كتلة الهيدروجين} &= \frac{4}{16} \times 100 \% = 25 \% \\ \text{نسبة كتلة الكربون} &= \frac{12}{16} \times 100 \% = 75 \% \end{aligned}$$

نلاحظ أن هذه النسب تطابق نسبة كثة كل من الكربون والهيدروجين المحسوبة من العينة .
إذن يمكن لهذه الصيغة (CH_4) أن تمثل المركب الموجود في العينة .

(٧ - ٨) عدد أفوغادرو Avogadro's Number :

وجد بالتجربة أن حجماً من الاوكسجين كتلته ٢,٤ جرام وحجمها مماثلاً من الهيدروجين كتلته ٠,١٥ جرام تحت نفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة ، يحتويان على نفس العدد من الجزيئات .
لبرهان ذلك نفترض أن عدد جزيئات الاوكسجين الموجود في ٢,٤ جرام اوکسجين تساوى س جزء .
وافرض أن عدد جزيئات الهيدروجين الموجودة في ٠,١٥ جرام هيدروجين تساوى ص جزء .

$$\frac{\text{كتلة الاوكسجين}}{\text{كتلة الهيدروجين}} = \frac{\text{كتلة كل جزيئات الاوكسجين}}{\text{كتلة كل جزيئات الهيدروجين}}$$

$$\frac{٢,٤}{٠,١٥} = \frac{٣٢}{٢} = \frac{٣٢ \times س}{٢ \times ص}$$

$$\therefore \frac{١٦}{١} = \frac{٣٢ \times س}{٢ \times ص}$$

$$\therefore ٣٢ س = ١٦ \times ص$$

$$\therefore ٣٢ س = ٣٢ ص$$

$$\therefore س = ص$$

بما أن س و ص هي عبارة عن عدد جزيئات كل من الاوكسجين والهيدروجين ، وعليه فيكون الحجمان يحتويان على نفس العدد من الجزيئات .

مثال آخر :

برهن أن ١٥ غرام من الكربون و ٤٠ جرام من الكبريت يحتويان على نفس العدد من الذرات (راجع جدول الكتل الذرية في نهاية الباب)

الحل

١/ نفرض أن عدد ذرات الكربون الموجودة في ١٥ جرام كربون = س
٢/ نفرض أن عدد ذرات الكبريت الموجودة في ٤٠ جرام من الكبريت = ص

$$\frac{\text{كتلة ذرات الكربون}}{\text{كتلة الكبريت}} = \frac{15}{40}$$

$$\frac{s \times 12}{s \times 32} = \frac{15}{40}$$

$$\frac{15}{40} s = \frac{12}{32} s$$

$$15 \times 40 = 32 \times 12$$

$$\therefore 480 = 480$$

$$\therefore s = s$$

∴ ١٥ جم من الكربون تحتوى على نفس العدد من الذرات التي تحتويه ٤٠ غرام من الكبريت .
ويمكن إيراد أمثلة كثيرة تقود إلى التعميم التالي :

إذا كانت نسبة كتلة من عنصر ما إلى كتلة من عنصر آخر هي نفس نسبة الكتلة الذرية للعنصر الأول إلى الكتلة الذرية للعنصر الآخر فإن الكتلتين تحتويان نفس العدد من الذرات . وينطبق نفس التعميم على المركبات فإذا كانت النسبة بين كتل من المركبات كالنسبة بين كتلها الجزيئية ، فإن هذه الكتل تحتوى على نفس العدد من الجزيئات .

ونخلص من ذلك إلى أن ١ جرام من ذرات الهيدروجين و ١٢ جرام من ذرات الكربون و ٣٢ جرام من ذرات الكبريت و ٢٣ جرام من ذرات الصوديوم

و ٦ جرام من ذرات الاوكسجين ٠٠٠ الخ كلها تحتوى على نفس العدد من الذرات ، وقد وجد أن هذا العدد من الذرات هو $6,02 \times 10^{23}$ ، ويعرف هذا العدد بعدد أفوغادرو .

٧ - (المول) Mole :

يعتبر المول من الوحدات الأساسية في النظام الدولي للقياس (S-I Units) ويستخدم كثيرا في الحسابات الكيميائية . ويمكن تعريف المول بأنه :

هو مقدار المادة التي تحتوى على عدد أفوغادرو من الدقائق . سواء أكانت هذه الدقائق ذرات أو جزيئات أو أيونات أو كترونات وعدد الدقائق المحددة التي يحتويها المول هو $6,02 \times 10^{23}$ ، أي عدد أفوغادرو .

أمثلة :

- المول من ذرات الاوكسجين كتلته ٦ جرام
 - ب- المول من جزيئات الاوكسجين كتلته ٣٢ جرام
 - ج- المول من ذرات الهيدروجين كتلته ١ جرام
 - د- المول من جزيئات الهيدروجين كتلته ٢ جرام
 - هـ- المول من أيونات الصوديوم كتلته ٢٣ جرام .
- وهكذا يمكننا أن نميز بين مول من ذرات الكلور ومول من جزيئات الكلور ٠٠٠ الخ

$$\frac{\text{كتلة العنصر أو المركب (ذرات أو جزيئات مقدرة بالجرام)}}{\text{الكتلة الذرية أو الجزيئية مقدرة بالجرامات}} = \text{عدد المولات}$$

ويمكن استخدام هذه العلاقة الرياضية لتحويل الكتل الى مولات والعكس صحيح أيضاً .

مثال :

أحسب عدد المولات التي كتلتها ١٥ غم كربون و ٤٠ جم كبريت .

الحل :

أمول من ذرات الكربون = الكتلة الذرية للكربون مقدرة بالجرامات

$$\text{كتلة ١مول} = ١٢ \text{ جرام}$$

$$\text{كتلة س مول} = ١٥ \text{ جرام}$$

$$\therefore \text{س مول من الكربون} =$$

$$\frac{\text{كتلة الكربون بالجرام}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{١٥}{١٢} = \frac{٥}{٤} = \frac{١}{٤} \text{ أمول}$$

كتلة ١مول من ذرات الكبريت = الكتلة الذرية للكبريت مقدرة بالجرامات

$$\text{كتلة ١ مول} = ٣٢ \text{ جرام}$$

$$\text{كتلة س مول} = ٤٠ \text{ جرام}$$

$$\therefore \text{س مول من الكبريت} = \frac{٤٠}{٣٢} = \frac{٥}{٤} = \frac{١}{٤} \text{ مول}$$

تمرين

١/ أحسب كم مولاً تعادل كلًا من الآتي :

- أ- ١١,٧ جرام من كلوريد الصوديوم .
- ب- ٦,٠ جرام من كربونات الصوديوم .
- ج- ٠,٧١ جرام من جزيئات الكلور .
- د- ٠,١٦ جرام من ذرات الاوكسجين .

٢/ أحسب الكتل التي تعادل المولات المذكورة في كل مما ياتي :

- أ- ٠,٣ مول من جزيئات الكلور .
- ب- ٤,٠ مول من كربونات الكالسيوم .
- ج- ٠,٥ مول من أيونات الصوديوم .
- د- ١,٠ مول من جزيئات الهيدروجين .

(مستخدماً الكتل الذرية في الجدول الوارد في نهاية هذه الوحدة) .

مثال محلول :

ما عدد الجزيئات التي توجد في ١٦ جرام من ثاني أوكسيد الكبريت ؟

الحل :

الكتلة الجزيئية لثاني أوكسيد الكبريت $(SO_2) = (32 + 16 \times 2) = 64$

.. عدد المولات في ١٦ جرام من ثاني أوكسيد الكبريت =

$$\frac{\text{الكتلة المعنونة}}{\text{الكتلة الجزيئية}} = \frac{1}{\frac{16}{64}} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4 \text{ مول}$$

.. عدد الجزيئات في ١٦ جرام من ثاني أوكسيد الكبريت =

$$\text{عدد المولات} \times \text{عدد أفوغادرو} =$$

$$\frac{1}{4} \times 6,02 \times 10^{23} = 1,5 \times 10^{23}$$

مثال آخر :

ما هي كتلة 3×10^{-3} ذرة من الصوديوم ؟

الحل :

$$\frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد أفوغادرو}} = \frac{\text{عدد مولات ذرات الصوديوم}}{= \frac{23 \times 10^{-3} \times 0.5}{23 \times 10^{-3} \times 6.02}}$$

وبما أن كتلة المول من أيونات الصوديوم يساوى ٢٣ جرام

\therefore كتلة 3×10^{-3} من ذرات الصوديوم = $23 \times 10^{-3} \times 0.5 =$

١١٥ جرام

(٧ - ١٠) النسبة المئوية لكتل العناصر في المركبات :

هي عبارة عن النسبة المئوية لكتلة العنصر في مركب ما منسوبة إلى الكتلة الكلية لجزء ذلك المركب .

مثال (١) :

أحسب النسبة المئوية للأوكسجين في مركب كربونات الكالسيوم .

ولحساب هذه النسبة نحتاج لمعرفة كتابة الصيغة الجزيئية لكرbonesات الكالسيوم .

كربونات الكالسيوم = CaCO_3

الكتلة الجزيئية = $(40 + 12 + 3 \times 16) = 100$

كتلة الأوكسجين في المركب = $16 \times 3 = 48$

النسبة المئوية لكتلة الأوكسجين في المركب = $100 \times \frac{\text{كتلة الأوكسجين في المركب}}{\text{الكتلة الجزيئية المركب}} =$

$= \frac{48}{100} \times 100 \% = 48\%$

مثال : (٢)

أحسب النسبة المئوية للكبريت في ثاني أوكسيد الكبريت ؟

الحل :

الصيغة الجزيئية لثاني أوكسيد الكبريت هي SO_2

الكتلة الجزيئية لثاني أوكسيد الكبريت = $(16 \times 2) + 32 = 64$

النسبة المئوية للكبريت في ثاني أوكسيد الكبريت = $\frac{32}{64} \times 100 = 50\%$

مثال : (٣)

أحسب النسب المئوية للهيدروجين في الجلوكوز .

الحل :

الصيغة الجزيئية للجلوكوز هي $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

الكتلة الجزيئية للجلوكوز = $12 \times 6 + 16 \times 1 + 12 \times 1 + 6 = 180$

النسبة المئوية للهيدروجين في الجلوكوز = $\frac{100 \times 12}{180} = 66.67\%$

٧ - (١١) الحسابات من المعادلات الكيميائية :

المعادلة الكيميائية عبارة عن تعبير رمزي مختصر عن التفاعل الكيميائي . ولها دلالات معينة أهمها أنها تعبر عن :

١ - نوع المواد المتفاعلة والنتاجة من التفاعل .

٢ - الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والنتاجة من التفاعل (عدد

الذرات أو الجزيئات وكتلها أو عدد المولات ... الخ) .

٣ - الشروط التي يتم فيها التفاعل .

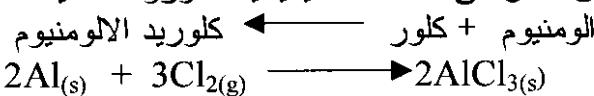
٤ - الحالة الفيزيائية التي تكون عليها المتفاعلات والنتائج .

(سوائل ، غازات ، مواد صلبة ، ذاتية ، غير ذاتية ... الخ)

٥ - أنواع وكميات الطاقة المنطلقة أو الممتصة أثناء التفاعل الكيميائي

٦ - تطبيق قانون بقاء الكتلة .

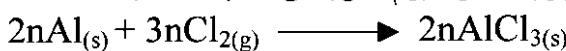
الآن أنظر إلى المعادلة الكيميائية الموزونة التالية :



من هذه المعادلة يمكنك أن تستنتج أن كل ذرتين من الألومنيوم يتفاعلان مع ثلاثة جزيئات من الكلور (ست ذرات) . وينتج عن ذلك جزيئان من كلوريد الألومنيوم .

فالارقام التي تسبق الرموز المعتبرة عن ذرات أو جزيئات العناصر أو المركبات في المعادلة تشير إلى نسب أعداد الذرات أو الجزيئات المتفاعلة والناتجة .

ولنفترض أن عدد ذرات الألومنيوم الموجودة في التفاعل يساوى $(2n)$ ذرة ، فإن ذلك العدد يحتاج إلى $(3n)$ من جزيئات الكلور لينتج $(2n)$ من جزيئات كلوريد الألومنيوم . ويمكن تمثيل ذلك بالمعادلة التالية :



فإذا افترضنا أن قيمة (n) في المعادلة تساوى عدد أفوغادرو أي (6.02×10^{23}) فستصبح المعادلة الآن :

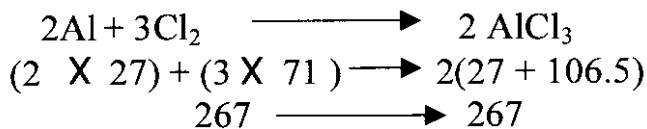
$2(6.02 \times 10^{23})\text{AlCl}_{3(s)} + 3(6.02 \times 10^{23})\text{Cl}_2 \xrightarrow{\quad} 2(6.02 \times 10^{23})\text{Al} + 3(6.02 \times 10^{23})\text{Cl}$

ومن دراستنا السابقة نعرف أن كل 6.02×10^{23} ذرة أو جزيئاً (وهي عدد أفوغادرو) تكون مولاً من الذرات أو مولاً من الجزيئات من المادة .

..
يمكن أن نقول إن :

٢ مول من الألومنيوم + ٣ مول من الكلور \leftarrow ٢ مول من كلوريد الألومنيوم .
ذلك فإن الارقام التي تشير إلى نسب أعداد الذرات أو الجزيئات في المعادلة الكيميائية يمكن اعتبارها إشارة إلى نسب أعداد المولات من المواد .

وما دامت كتلة المول من كل مادة يمكن حسابها باعتبارها الكتلة الذرية الجرامية أو الكتلة الجزيئية الجرامية للمادة المتفاعلة أو الناتجة الممثلة في المعادلة ، وعليه فتكون :



لاحظ أن مجموع كتل المواد المتفاعلة تساوى مجموع كتل المواد الناتجة عن التفاعل (قانون بقاء المادة) .

وعليه يمكن أن نستنتج أنه في حالة أي تفاعل كيميائى فإن النسب بين المتفاعلات تكون بنسب المولات أو مضاعفاتها أو كسوراً من هذه المولات . مما سبق يتبين لنا أن أهم خطوات الحسابات الكيميائية من المعادلات هي :

- أ- معادلة رمزية موزونة لتبيين لنا نسب المتفاعلات والنواتج
 - ب- معرفة الكتل الذرية للمواد المتفاعلة .
 - ج- معرفة حساب الكتل الجزيئية للمتفاعلات والنواتج .
- والامثلة التالية تبين لك هذه الخطوات :

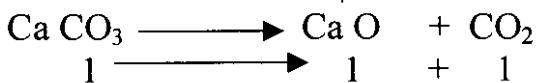
مثال (١) :

ما هو وزن أوكسيد الكالسيوم الناتج من تحل مول من كربونات الكالسيوم ؟

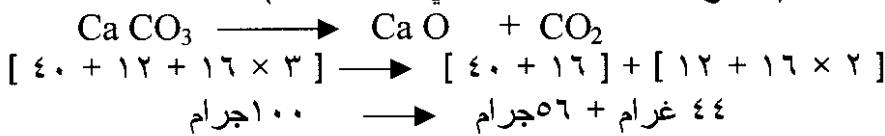
أ- الخطوة الأولى هي كتابة المعادلة الموزونة للتفاعل :



ب- من المعادلة يتبين لنا أن مولا واحداً من أوكسيد الكالسيوم ينتج من تحل مول واحد من كربونات الكالسيوم :

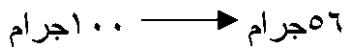


(راجع جدول الكتل الذرية في نهاية الباب)



..
كثة أوكسيد الكالسيوم الناتجة من تحل مول من كربونات الكالسيوم هي
56 جرام

كم تكون كثة الأوكسيد الناتجة من تحل ٢٥ جرام من كربونات الكالسيوم ؟
إذا كانت :



س جرام \rightarrow ٢٥ جرام

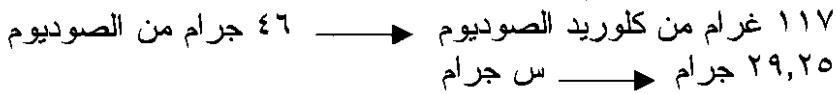
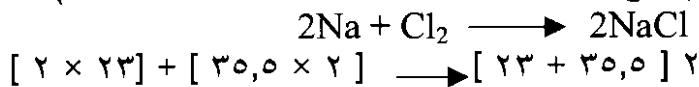
$$\therefore \text{س جرام} = \frac{56 \times 25}{100} = 14 \text{ جرام}$$

مثال (٢) :

ما كثة الصوديوم الازمة لانتاج ٢٩,٢٥ غرام من كلوريد الصوديوم ؟



(راجع جدول الكتل الذرية للعناصر من نهاية الوحدة)



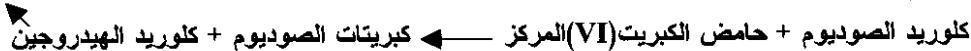
س جرام هى كمية الصوديوم الازم لانتاج ٢٩,٢٥ جرام من كلوريد الصوديوم تساوى :

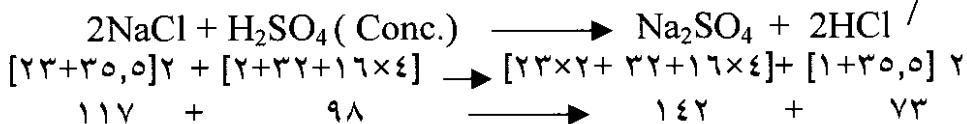
$$\therefore \text{س جرام} = \frac{46 \times 29,25}{117} = 11,5 \text{ جرام}$$

مثال (٣) :

أحسب كثة كل من كلوريد الهيدروجين وكبريتات الصوديوم التي تنتج من تفاعل ٥٠ كيلو جرام من كلوريد الصوديوم مع كمية كافية من حامض الكبريت (VII) المركز .

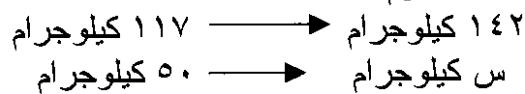
الحل :





وبما أن هذه الكتل نسبية فإننا يمكن أن نستعمل أي وحدة من وحدات الكتلة وعلىه يمكن أن نقول أن :

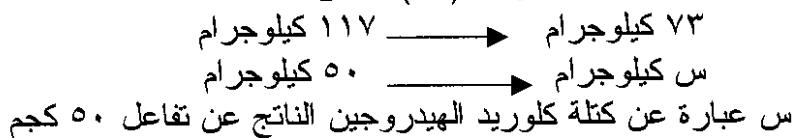
٧٣ كيلوجرام + ١٤٢ كيلوجرام → ١١٧ كيلوجرام
أى أن كل ١١٧ كيلوجرام من كلوريد الصوديوم تنتج ١٤٢ كيلوجرام من كبريتات الصوديوم .



.. س كيلوجرام عبارة عن كتلة كبريتات الصوديوم الناتجة من تفاعل ٥٠ كيلوجرام من كلوريد الصوديوم مع كمية وافرة من حامض الكبريت (VI)

$$\text{إذن : } s = \frac{142 \times 50}{117} = 60,7 \text{ كيلوجرام}$$

ومن المعادلة أيضا يمكن أن نقول أن كل ١١٧ كيلوجرام كلوريد صوديوم تنتج ٧٣ كيلوجرام من كلوريد الهيدروجين عندما تتفاعل مع كمية وافرة من حامض الكبريت (VI) أى أن :



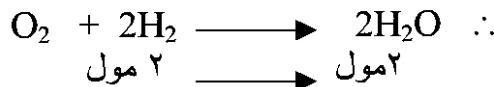
$$s \text{ كيلوجرام} = \frac{73 \times 50}{117} = 31,2 \text{ كيلوجرام}$$

مثال (٤) :

ما عدد جزيئات الماء الناتج من تفاعل ١٠ جرام من الهيدروجين مع كمية كافية من الاوكسجين .



من المعادلة يتبيّن لك أن كل ٢ مول من الهيدروجين تنتج ٢ مول من بخار الماء عندما تتفاعل مع كمية كافية من الاوكسجين :



إذن :

$$\frac{\text{كثافة الهيدروجين المتعين بالграмм}}{\text{الكتلة الجزيئية الجرامية}} = \frac{\text{عدد مولات الهيدروجين المتفاعلة}}{\text{١ جرام}} = \frac{٠٠٥}{٢ \text{ جرام}}$$

إذن الكثافة الجزيئية الجرامية لاي عنصر (المول) يحتوى على رقم أفوغادرو من الجزيئات ($6,02 \times 10^{٢٣}$) اى ان :

$$6,02 \times 10^{٢٣} \text{ جزء} \leftarrow \text{امول جزء من الهيدروجين}$$

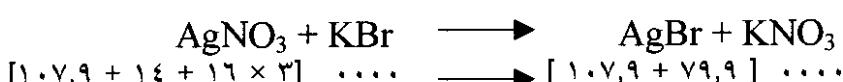
$$س جزء \leftarrow \text{مول جزء من الهيدروجين}$$

..
س جزء تعادل عدد جزيئات الهيدروجين الناتجة عن تفاعل ٠٠٥ مول من الهيدروجين مع كمية كافية من الاوكسجين .

$$\therefore س جزء = \frac{٠٠٥ \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}}{٢} = ٠,١٥٠٥ \times ١٠^{٢٣} \text{ جزء}$$

مثال (٥) :

يمكن ترسيب بروميد الفضة من تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول بروميد البوتاسيوم . أحسب كثافة نترات الفضة اللازم لانتاج ٣٧,٦ جرام من بروميد الفضة (راجع جدول الكتل الذرية في نهاية الوحدة) .
المعادلة :



[١٦٩,٩] جرام من نترات الفضة ← ١٨٧,٨ جرام من بروميد الفضة
 س جرام من نترات الفضة ← ٣٧,٦ جرام من بروميد الفضة

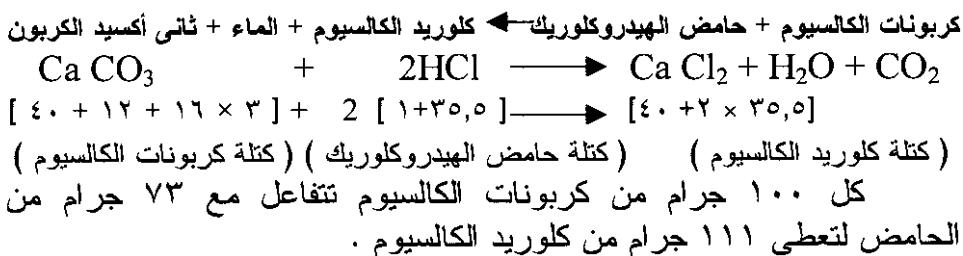
$$\therefore س = \frac{٣٧,٦ \times ١٦٩,٩}{١٨٧,٨} = ٣٤ \text{ جرام}$$

مثال (٦) :

أضيفت ١٠٠ جرام من (كربونات الكالسيوم) الى ٥٠٠ جرام من محلول حامض الهيدروكلوريك الذي يحتوى على $\frac{١}{١٠}$ من كتلته حامض نوى كم عدد جرامات كربونات الكالسيوم المتبقية . أحسب كلوريد الكالسيوم الناتج .

الحل :

المعادلة :

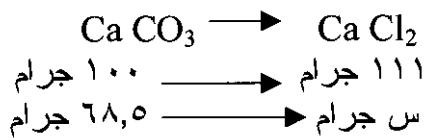


$$\text{كتلة حامض الهيدروكلوريك النوى} = \frac{١٠ \times ٥٠٠}{١٠٠} = ٥٠ \text{ جرام}$$

نفترض أن كتلة كربونات الكالسيوم المتفاعله يساوى س جرام .
 ∴ ٧٣ جرام من الحامض تتفاعل مع ١٠٠ جرام من كربونات الكالسيوم
 ∴ س جرام من الحامض تتفاعل مع س جرام من كربونات الكالسيوم

$$\text{س جرام} = \frac{٥٠ \times ١٠٠}{٧٣} = ٦٨,٥ \text{ جرام من كربونات الكالسيوم}$$

كتلة كربونات الكالسيوم المتبقى = $100 - \frac{31,5}{68,5} = 68,5$ جرام
 تفاعل كل 100 جرام من كربونات الكالسيوم مع كمية وافرة من حامض الهيدروكلوريك لنتج 111 جرام من كلوريد الكالسيوم .



\therefore س جرام تساوى كتلة كلوريد الكالسيوم الناتج من تفاعل 68,5 جرام من كربونات الكالسيوم

$$\therefore \text{س} = \frac{111 \times 68,5}{100} = 76 \text{ جرام}$$

مثال (٧) :

٢٠ جرام من الخارصين أضيفت الى ٢٠ جرام من حامض الكبريت (VI)

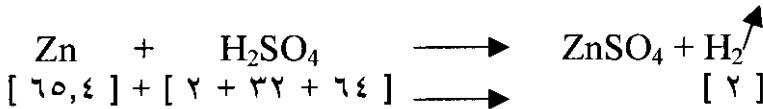
أ / أي المادتين ستستهلكان بعد التفاعل ؟

ب / ما هي كتلة المادة المتبقية ؟

ج / ما هي كتلة الهيدروجين الناتج أثناء التفاعل ؟

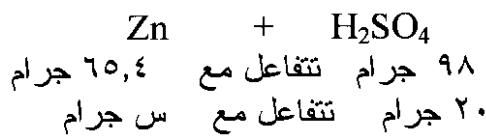
(راجع الجدول رقم (٧ - ١) في نهاية هذه الوحدة)

معادلة التفاعل :



في المعادلة نلاحظ أن كل 65,4 جرام من الخارصين تحتاج الى ٩٨ جرام من حامض الكبريت (VI) لتفاعل تماماً .

أن الكتلة المعنونة من الخارصين تحتاج إلى أكثر من كتلتها من حامض الكبريت (VI) . أى أن ٢٠ جرام من الخارصين تحتاج إلى أكثر من ٢٠ جرام من حامض الكبريت (VI) لان تمام التفاعل . وبالتالي فإن الخارصين هو الذي يتبقى .



∴ س جرام هي كثافة الخارصين التي يتفاعل مع 20 جرام من حامض حامض الكبريت (VI).

$$s = \frac{20 \times 65,4}{98} = 13,34 \text{ جرام من الخارصين}$$

كمية الخارصين المتبقية = 20 - 13,34 = 6,66 جرام خارصين
 ومن المعادلة أعلاه نلاحظ أن كل : مول من H_2SO_4 ينتج 1 مول من H_2
 أي أن 98 جرام من H_2SO_4 ينتج 2 جرام من H_2
 20 جرام من H_2SO_4 ينتج س جرام من H_2
 س جرام ينتج منها 20 جرام

$$s = \frac{2 \times 20}{98} = \underline{0,408} \text{ جرام من غاز } \text{H}_2$$

الجدول رقم (١ - ٧)

الاسماء والرموز والارقام الذرية والأوزان الذرية لبعض العناصر :

الوزن الذري	الرقم الذري	الرمز	الاسم الاجنبي	الاسم الغصري
١,٠٠	١	H	Hydrogen	الهيدروجين
٢٧	١٣	Al	Aluminium	الألومنيوم
٤٠	١٨	Ar	Argon	الأرجون
٧٥	٣٣	As	Arsenic	الزرنيخ
١٣٧	٥٦	Ba	Barium	الباريوم
١٠,٨	٥	B	Boron	البورون
٧٩,٩	٣٥	Br	Bromine	البروم
٤٠	٢٠	Ca	Calcium	الكالسيوم
١٢	٦	C	Carbon	الكريبون
٣٥,٥	١٧	Cl	Chlorine	الكلور
٥٨,٩	٢٧	Co	Cobalt	الكوبالت
٦٣,٥	٢٩	Cu	Copper	النحاس
١٩	٩	F	Flourine	الفلور
٤	٢	He	Helium	الهليوم
١٢٦,٩	٥٣	I	Iodine	اليود
٥٥,٩	٢٦	Fe	Iron	الحديد
٢٠٧	٨٢	Pb	Lead	الرصاص
٦,٩	٣	Li	Lithium	ليثيوم
٢٤,٣	١٢	Mg	Magnesium	المغنيزيوم
٥٤,٩	٢٥	Mn	Manganese	الماغنيز
٢٠,٢	١٠	Ne	Neon	النيون
٢٠٠,٦	٨٠	Hg	Mercury	الزئبق
٥٨,٧	٢٨	Ni	Nickel	النيكل
١٤	٧	N	Nitrogen	النتروجين

الوزن الذري	الرقم الذري	الرمز	الاسم الاجنبي	اسم العنصر
١٦	٨	O	Oxygen	الاوكسجين
٣١	١٥	P	Phosphorus	الفوسفور
١٩٥,١	٧٨	Pt	Platinum	البلاتين
٣٩,١	١٩	K	Potassium	البوتاسيوم
٢٨,١	١٤	Si	Silicon	السلikon
١٠٧,٩	٤٧	Ag	Silver	الفضة
٢٣	١١	Na	Sodium	الصوديوم
٣٢,١	١٦	S	Sulphur	الكريت
١١٨,٧	٥٠	Sn	Tin	القصدير
٦٥,٤	٣٠	Zn	Zinc	الخارصين

- إن الأوزان الواردة بالجدول مقربة لاقرب منزلة عشرية .

تمارين على الوحدة السابعة

١/ عرف المصطلحات الآتية :

- أ- الحساب الكيميائى .
- ب- الوزن الذرى .
- ج- عدد أفوغادرو .
- د- المول .

هـ- المعادلة الكيميائية

٢/ حوال الكتل الآتية الى مولات :

- أ- ٣,٥ غرام غاز النتروجين .
- ب- ٢,٣ جرام صوديوم .
- ج- ٢,٥ غرام كربونات كالسيوم .
- د- ٥١ جرام غاز النشار .

٣/ حوال المولات الآتية الى كتل بالغرام :

- أ- ٠,٠٥ مول كلوريد الصوديوم (NaCl)
- ب- ٠,٣ مول غاز نشار (NH3)
- ج- ٣٢ مول أكسجين ذرى (O)
- د- ٠,٠٥ مول حامض هيدروكلوريك (HCl)

٤/ أحسب النسبة المئوية لكتلة النتروجين في المركبات الآتية وحدد أي هذه المركبات يحتوى على نسبة أعلى من النتروجين :

- أ- غاز النشار
- ب- نترات الصوديوم
- ج- ثانى أوكسيد النتروجين
- د- أوكسيد النتروجين (I)

٥/ أوجد عدد جزيئات كربونات الكالسيوم التي توجد في ١٠ جم من كربونات الكالسيوم

٦/ أحسب كتلة كربونات الماغنيزيوم التي تترسب عند إمرار كمية كافية من غاز ثانى أوكسيد الكربون على محلول يحتوى على ٢٩ غرام من هيدروكسيد الماغنيزيوم .

٧/ أضيفت ٢٠ جرام من نترات الفضة إلى ٣٠ جرام من كلوريد الصوديوم أوجد :

- أ- أي المادتين ستتبقى .
- ب- عدد مولات المادة المتبقية .
- ج- كتلة كلوريد الفضة المترسبة أثناء التفاعل .

٨/ أضيفت ٢٠ جرام من كربونات الكالسيوم إلى ٢٠ جرام من حامض الهيدروكلوريك أوجد :

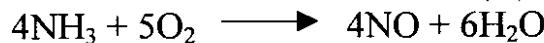
أ- أي المادتين المتفاعلتين زائد عن الحاجة .

ب- عدد مولات المادة المتبقية الفائضة من التفاعل .

ج- أحسب كثافة ثاني أكسيد الكربون الناتج أثناء التفاعل .

٩/ ما عدد جزيئات الماء التي تنتج من تفاعل ١,١ مول من الهيدروجين مع كمية كافية من الاوكسجين ؟

١٠/ يحترق غاز النشادر في الاوكسجين لينتاج بخار الماء وأوكسيد النتروجين (N₂O) حسب المعادلة الموزونة الآتية :



أوجد :

أ- كم جراماً من الاوكسجين يلزم لاكستدة ٨,٥ جرام من غاز النشادر .

ب- عدد مولات الماء الناتج من أكستدة ٢,٥ مول من غاز النشادر .

ج- عدد جزيئات أوكسيد النتروجين (N₂O) الناتجة من تفاعل ٢,٥ مول من الاوكسجين مع النشادر .

١١/ في أحد مصانع الحديد والصلب تم إحتزاز ٨٠ طن من أوكسيد الحديد (Fe₂O₃) إلى حديد بواسطة أول أكسيد الكربون . أوجد كثافة الحديد الناتجة في هذه العملية .

١٢/ أحسب عدد مولات H₂S (وزنه الجزيئي ٣٤) في ١٧ جرام منه .

جميع حقوق الطبع والتأليف ملك للمركز
القومي للمناهج والبحث التربوي . ولا يحق لأي
جهة، بأي وجه من الوجوه نقل جزء من هذا الكتاب
أو إعادة طبعه أو التصرف في محتواه دون إذن كتابي
من إدارة المركز القومي للمناهج والبحث التربوي.

رقم الإيداع: ٢٠٠٨|٧٤٢