

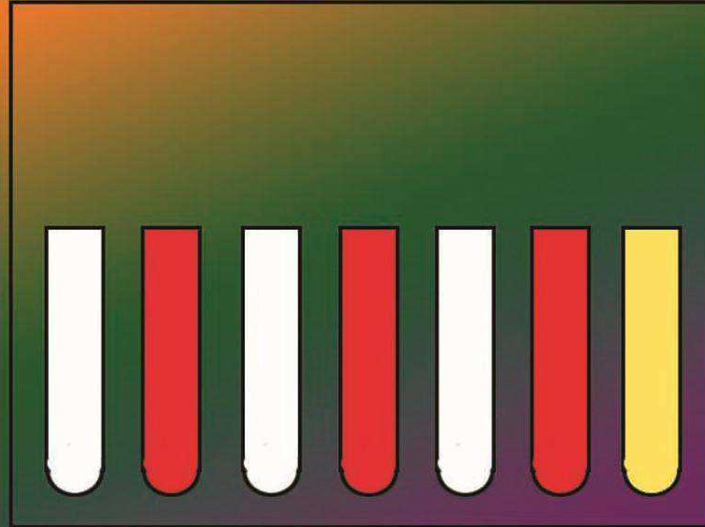


جمهورية السودان
وزارة التربية والتعليم العام



التعليم الثانوي

الكيمياء



الصف الأول

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

الكيمياء

للفصل الأول الثانوي

أعداد :

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

مراجعة :

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

الاخراج الفني : الأستاذ ابراهيم الفاضل - المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
الجمع بالحاسوب : اشراف فرح شريف - المركز القومي للمناهج والبحث التربوي

فهرسة المكتبة الوطنية - السودان

540.71 علي حمود علي

ع.ح.ك

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

أحمد الشريف - الدويم: المركز القومي للمناهج والبحث

التربوي، 2009م

ص ؛ 24 سم.

ردمك : 1-53-53-99942-978

1 - الكيمياء - كتب دراسية.

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

المحتويات

الصفحة	الموضوع
١	١. مقدمة
	٢. الوحدة الأولى : علم الكيمياء
١	• تعريف علم الكيمياء
٢	• دور وأهمية علم الكيمياء
٤	• فروع علم الكيمياء
	٣. الوحدة الثانية : الجزيئات والأيونات
٧	• الجزيئات
١٠	• الأيونات
١٧	• كتابة الصيغ الكيميائية
	٤. الوحدة الثالثة
٢١	• الروابط الكيميائية
٢٧	• الرابطة الأيونية
٣٣	• الرابطة التساهمية
٤١	• الرابطة الهيدروجينية
	٥. الوحدة الرابعة
٤٤	• المعادلات الكيميائية
٥٠	• قواعد كتابة وموازنة المعادلات
	٦. الوحدة الخامسة
٥٣	• قوانين الاتحاد الكيميائي
	٧. الوحدة السادسة
٦٧	• أنواع التفاعلات الكيميائية

	٨. الوحدة السابعة
٨٣	• الحساب الكيميائي
٨٤	• الكتل الذرية
٨٨	• الكتل الجزيئية
٩٣	• عدد أفوغادرو
٩٥	• المول
٩٩	• الحسابات من المعادلات الكيميائية

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة المؤلفين

أبناءنا التلاميذ وبناتنا التلميذات بالصف الأول بالمرحلة الثانوية
زملاءنا 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 متسماً بالبساطة والوضوح والتسلسل المنطقي لموضوعاته ، حتى يكون ملائماً للمستوى العقلي لتلاميذ الصف الأول الثانوي . كذلك فقد نظرنا إلى الأهداف العامة لتدريس مادة الكيمياء بالمرحلة الثانوية وحاولنا جهدنا أن يكون محتوى هذا الكتاب ترجمة صادقة وأمانة 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 بشئ من التفصيل إلى دور أحد هؤلاء العلماء (جابر بن حيان) . ونهدف من وراء ذلك إلى تحقيق هدفين :

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

الثاني : أن نعيد 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 سبق العلمي ما حققه غيرنا .

يعالج الكتاب في الوحدة الثانية موضوع الجزئيات 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 الاتحاد الكيميائي ، أنواع التفاعلات الكيميائية والحساب الكيميائي في الوحدات الرابعة ، الخامسة ، السادسة والسابعة على الترتيب .

سجد 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 التلاميذ 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 معلمهم .

ولقد اعتمدنا في إعداد المادة العلمية بهذا الكتاب على الكتب المرجعية في الكيمياء التي أعدتها المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم في إطار برنامجها الريادي لتطوير تدريس العلوم والرياضيات بالوطن العربي والتزمنا في هذا الكتاب مما أقرته الندوة القومية لتعريب علوم الكيمياء من موجهات في مجال التعريب والترجمة ، وما اتفق 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 التربوي أن يتعرف على آراء ابنائنا وبناتنا تلاميذ وتلميذات الصف الأول بالمرحلة الثانوية فيما سيدرسلونه من موضوعات في هذا الكتاب . كذلك نرجو من الزملاء معلمي مادة الكيمياء الحرص على ابداء آرائهم ومقترحاتهم ونقدهم البناء لهذا الكتاب لأننا لا ندعي أن ما قدمناه فيه هو الكمال ، فالكمال لله وحده .. ومهما يكن ما بذل فيه من جهد فهو جهد بشري إن أصبنا فيه فبتوفيق وعون من الله تعالى ، وإن أخطأنا فلنا أجر الاجتهاد .

وما التوفيق إلا من عند الله تعالى

المؤلفان

الوحدة الاولى

علم الكيمياء

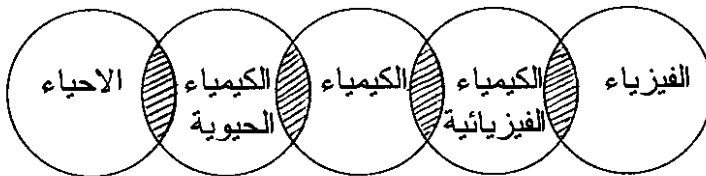
(١ - ١) تعريف الكيمياء :

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

إن ظواهر التحولات أو التغيرات التي تتم أو تطرأ على المادة وتؤدي الى تكون مادة جديدة كلياً تختلف في خواصها عن خواص مكوناتها هي ظواهر كيميائية . وتعرف هذه الظواهر بالتفاعلات 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 وبيئته ومحيطه 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 وعلمي 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 كلياً أو جزئياً ببعض التطبيقات الكيميائية .

فإنه سبحانه وتعالى يهبنا المواد الخام كالألاح والفلات والجلود والأخشاب والفحم والبتروول . . . الخ ، وباخضاع هذه المواد الطبيعية للمعالجة الكيميائية نحصل على مختلف المواد التي نحتاجها في الزراعة ، وفي صناعة النواتج 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 الأغراض .

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

كذلك فإن الكيمياء تحاول إيجاد أفضل الطرق الاقتصادية لاستغلال هذه المواد الطبيعية . فمن خلال استخدامها للنواتج الصناعية والزراعية ، تحاول أن تجد طرقاً جديدة لإنتاج 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 أساسي في تقدم الحضارة الإنسانية في مختلف الميادين والنواحي :

(١ - ٢ - ١) الناحية الصحية :

كانت الأمراض تفتك بالبشر لآلاف السنين حتى تمكن العلماء من محاربتها والوقاية منها فتوصل الكيميائيون إلى صنع الأدوية والعقاقير المختلفة والمواد المطهرة والمعقمة ، وتحضير الامصال ، الأمر 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 المهدئة ، 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 أو الوزن أو السن أو الحالة الصحية أو طبيعة العمل .

كما تمكن علماء الكيمياء من إكتشاف أهم الطرق والمواد لزيادة الحاصلات الزراعية ، وإبتكروا مختلف 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 الاولى من القرن العشرين تطبيقات هائلة للكيمياء في المجالات الصناعية . فقد شهد عالم الصناعة صناعات مثل صناعة النشادر ، والمطاط الصناعي ولتحضير الفوسفور ، و كربيد الكالسيوم ، والاسمدة والمبيدات الحشرية ، كما نشأت صناعات جديدة مثل صناعة الخيوط الصناعية مثل الفسكوز والداكرون وغيرها من الالياف الصناعية . وكذلك ازدهرت صناعة الجلد الصناعي واللدائن والدهانات العضوية (البوهيات) والادوية والمواد الصيدلانية ، والافلام السينمائية ، كذلك صناعة تكرير البترول والصناعات البتروكيميائية ، وصناعة الزجاج (الكيمائى) والعادى والبصرى 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 شتى ، وتشعب العلم لدرجة أن الإمام به أصبح ضرباً من المحال . وتحول علم الكيمياء الى 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 الذى يبحث في طبيعة تكوين المركبات التى لا يدخل عنصر الكربون كعنصر أساسي في تركيبها .

(٢) الكيمياء العضوية : Organic Chemistry :

وهي تبحث في المركبات التى يدخل عنصر الكربون كعنصر أساسي في تكوينها . وتشمل البحث في الادوية ، العقاقير الصيدلانية ، أنواع الوقود ، الاصباغ ، الخيوط الاصطناعية ، الملابس ، المفرقات ، الاسمدة ، المبيدات الحشرية ، اللدائن 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 الذى يبحث فى الخواص والظواهر التى ترتبط بالثوابت الفيزيائية للمادة ، وهي تحاول تفسير الظواهر الكيميائية على أسس رياضية . وقد إختص هذا الفرع من الكيمياء بالبحث في الطاقة وتحولاتها ، طاقة وسرعة التفاعلات الكيميائية ، وتأثير الإشعاع على المادة ، إنطلاق الطاقة الذرية والنوية والنيوترونية ، والكيمياء الضوئية وغيرها .

(٤) الكيمياء الحيوية : Biochemistry :

وهي ذلك الفرع من الكيمياء الذى يبحث في تركيب المواد المكونة لاجسام الكائنات الحية ، وعن التفاعلات التى تجرى 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 وآثارها 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 الاجهزة والمعامل الكيميائية لانتاج المواد الكيميائية بمستوى من الجودة وبمواصفات قياسية محددة تلبي 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 مستغلا 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 والرازي ، وابن 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 يتيما ، ورحل الى الكوفة عندما تولى العباسيون السلطة ، واتصل بالامام جعفر الصادق وتلمذ 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 الى اللاتينية وبعض اللغات الاوربية الاخرى . وأعتبر المرجع الثقة منذ القرن الثامن حتى القرن الثاني عشر .

وقد عَرَفَ ابن حيان الكيمياء في كتابه العلم الالهي بانها (الفرع من العلوم الطبيعية الذي يبحث في خواص المعادن والمواد النباتية والحيوانية وطرق تولدها وكيفية أكتسابها خواص جديدة) . وقد إهتم ابن حيان بالتجربة والملاحظة في تقصيه للحقائق ، حيث قال : " أنه لم يشرح الا ما رآه بعينه ، مهما ما وصل لعلمه عن طريق السماع والقراءة " . وقد برع ابن حيان في إستخدام 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 تفقدا ماهيتهما ، وكل ما حدث أنهما تجزأتا الى دقائق صغيرة ، وإمتزجت هذه الدقائق ببعضها 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 كلا منهما يحتفظ بهيئته الطبيعية الدائمة ، ولم يتأثر مطلقا) .

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 انها تشير الى نوع من التفكير العلمي الذي يعتمد على التجربة والملاحظة .

ولقد كان جابر بن حيان خبيرا بالعمليات الكيميائية كالإذابة والتبلر والتقطير والاكسدة والاختزال فقد وصفها وبين الغرض منها . كما قام بتحضير الكثير من المواد الكيميائية مثل كبريتيد الزئبق ، وحمض النتريك ، 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 الى جابر بن حيان وقد أصدر العالم هولميارد عام ١٩٢٣م دراسة مستفيضة أثبت فيها نسبة هذه الكتب باللاتينية الى أعمال الكيميائي جابر بن حيان .

الوحدة الثانية

الجزيئات والأيونات Molecules and Ions

(٢ - ١) مقدمة :

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

تصوّر أنك تقطع قطعة من السكر الى قطع صغيرة وهذه الى قطع أصغر . وهكذا ، فالى اى مدى تستطيع أن تقطع السكر بحيث يظلّ محتفظاً بخواصه ؟ الجواب بالطبع هو : الى أن تصل الى جزيئات السكر لانك 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 إنفراد وتظهر فيه خواص تلك المادة . على ذلك يمكن القول إن الجزيء يمثل الوحدة التركيبية الاساسية للمادة ، ويتكون من ذرتين أو أكثر ترتبط مع بعضها بقوى تسمى (الروابط الكيميائية) وسوف تكون هناك وحدة خاصة عن الروابط الكيميائية ستدرسها في وحدة دراسية لاحقة .

(٢ - ٢) جزيئات العناصر :

تتكون جزيئات العناصر من ذرات نفس العنصر ، وبما أن الغازات النادرة تتكون من ذرات مستقرة (لا تتزوج لتكون جزيئات) فانها تسمى مجازا " جزيئات " أحادية الذرة مثل الأرغون 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 الثلاثة : الهيدروجين H_2 ، والاكسجين O_2 ، والنيتروجين N_2 ، بالإضافة الى غازى الفلور F_2 ، والكلور Cl_2 ، وكذلك البروم السائل Br_2 ، واليود الصلب I_2 . وسوف نتعرف بالتفصيل على طريقة تكوين تلك الروابط .

هنالك بعض العناصر اللافلزية الصلبة التى تتكون جزيئاتها من اكثر من ذرتين وتسمى هذه الجزيئات بالجزيئات عديدة الذرات مثل جزئ عنصر الفوسفور الابيض P_4 الذى يتألف من أربع ذرات ، وجزئ عنصر الكبريت S_8 الذى يتألف من ثمان ذرات . أما عنصر الكربون فيوجد على هيئة جزيئات ضخمة ذات أحجام غير محددة تحتوى على أعداد كبيرة من الذرات . ولغرض التسهيل غالبا ما نرمز في التفاعلات الكيميائية لعنصر الكبريت بالرمز S ، ولعنصر الفسفور بالرمز P ، ولعنصر الكربون بالرمز C .

أما ذرات الفلزات فلا تكون جزيئات وانما ترتبط ببعضها البعض بواسطة روابط تعرف بالروابط الفلزية (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 الاسهامية ، والمركبات الايونية .

ففي المركبات الاسهامية ترتبط ذرات اللافلزات بروابط اسهامية حيث تسهم كل ذرة عنصر ببعض من الكترونها الخارجية أو كلها لتكون الرابطة الاسهامية . أما في المركبات الايونية فيحدث إنتقال الالكترونات الخارجية من ذرة العنصر الفلزى الى ذرة العنصر اللافلزى وتتكون بذلك الرابطة الايونية . تمثل الصيغ الكيميائية هذه المركبات بأبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر المكونة لها ، حيث نجد أن نسبة ذرات الكربون الى ذرات الاوكسجين

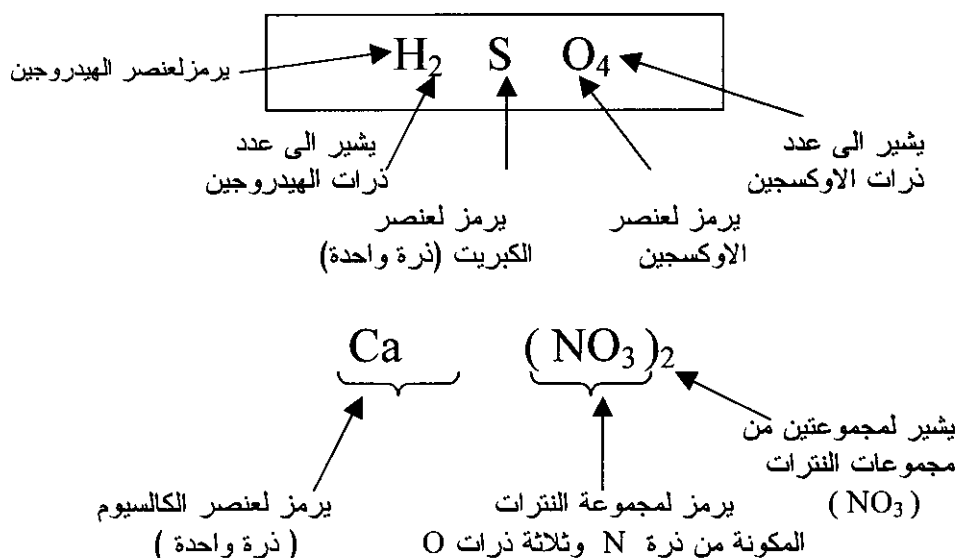
في جزيء ثاني أكسيد الكربون هي 2:1 ، لذلك فانه يمثل بالصيغة CO_2 . كذلك نجد أن نسبة أيونات الصوديوم الى أيونات الكلور في مركب كلوريد الصوديوم هي 1:1 ، لذا فان كلوريد الصوديوم يمثل بالصيغة NaCl ونفس الشيء يقال عن المركبات الايونية الأخرى مثل كبريتيد البوتاسيوم K_2S ، وبروميد المغنيزيوم MgBr_2 ، وكلوريد الكالسيوم CaCl_2 . الخ . تسمى المركبات بشكل عام ، سواء كانت اسهامية أو أيونية ، والتي تحتوى على عنصرين فقط بالمركبات الثنائية . أما تلك التى تحتوى على ثلاثة عناصر فتدعى 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 ذلك العنصر . مثلا في جزيء الماء H_2O ، فالرقم 2 يشير الى عدد ذرات الهيدروجين في جزيء الماء .
- ٤- عندما تحتوى الصيغة على اكثر من مجموعة أيونية واحدة فإن تلك المجموعة توضع بين قوسين ويوضع أسفل المجموعة الى اليمين رقم يشير الى عدد المجموعات الايونية . مثلا في صيغة مركب نترات الصوديوم NaNO_3 وحيث لا تحتوى تلك الصيغة الا على مجموعة واحدة من النترات فلا داعى 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 جزيء نترات الكالسيوم يحتوى على تسع ذرات من ثلاثة عناصر مختلفة : ذرة كالسيوم ، وذرتى نيتروجين ، وست ذرات أوكسجين .

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

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



(٢ - ٤) الأيونات :

إنّ ذرات العناصر متعادلة الشحنة ، فهي تحتوى على عدد من البروتونات الموجبة الشحنة يساوى عدد الالكترونات السالبة الشحنة . وعندما تفقد الذرة M بعض أو كل إلكتروناتها الخارجية تصبح بذلك موجبة الشحنة لان عدد بروتوناتها يصبح اكبر من عدد إلكتروناتها . وهكذا تصير الذرة M مشحونة بشحنة موجبة واحدة M^+ إذا فقدت الكتروناً واحداً ، وبشحنتين موجبتين M^{2+} إذا فقدت الكترونين وهكذا . وتصبح الذرة في هذه الحالة أيوناً موجباً .

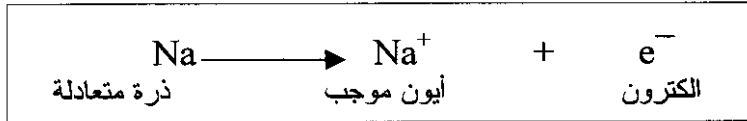
أما إذا اكتسبت الذرة المتعادلة الكتروناً أو أكثر فإنها تصبح سالبة الشحنة لأن عدد الكتروناتها يصبح أكبر من عدد بروتوناتها . وهكذا تعتبر الذرة X مشحونة بشحنة سالبة واحدة X^- إذا اكتسبت الكترونًا واحدًا ، وبشحنتين سالبتين X^{2-} إذا اكتسبت الكترونين وهكذا. وتصبح الذرة في هذه الحالة أيوناً سالباً .

تلاحظ أن شحنة الايون تكتب في الجانب العلوى الايمن لرمز العنصر حيث تدل العلامة + أو - على يمين العدد على أن الشحنة موجبة أو سالبة على الترتيب ، كما يدل العدد على مقدار الشحنة أى على عدد الالكترونات المفقودة أو المكتسبة . وعندما تكون الشحنة أحادية فيكتفي بكتابة العلامة + أو - فقط بدون عدد .

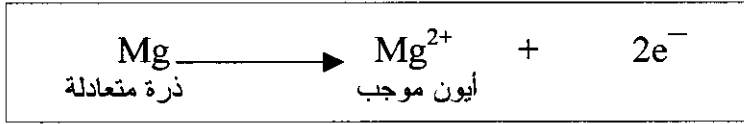
(أ) الايونات الموجبة : (الكاتيونات Cations)

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

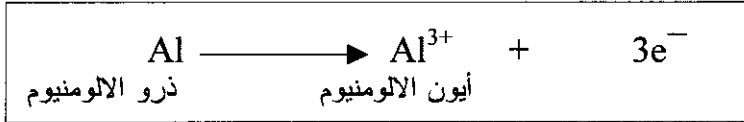
تحتوى ذرة الصوديوم على أحد عشر الكترونًا وأحد عشر بروتونًا ، وتتوزع الالكترونات كما يلي : 2 ، 8 ، 1 . أما أيون الصوديوم فيحتوى على عشرة الكترونات ونفس العدد من البروتونات الموجودة في ذرة الصوديوم وتتوزع الكترونات أيون الصوديوم كما يلي : 2 ، 8 . وتعرف عملية تحول ذرة الصوديوم المتعادلة الى أيون الصوديوم الموجب بالتأين وتكتب معادلة التأين على النحو التالي :



كذلك نجد أن ذرة المغنزيوم التى تحتوى على اثني عشر الكترونًا وأثنى عشر بروتونًا ، تتوزع الالكترونات كما يلي : 2 ، 8 ، 2 . أما أيون المغنزيوم فيحتوى على عشرة الكترونات ونفس العدد من البروتونات الموجودة في ذرة المغنزيوم . وتكتب معادلة تأين المغنزيوم على النحو التالي :



أما التخلي عن أكثر من الكترونين وتشكيل الايون M^{3+} فليس عملية سهلة ، كما هو الحال في الالومنيوم :



ويقل وجود أيونات من النوع M^{4+} .
وتحمل الأيونات الموجبة لبعض العناصر شحنات مختلفة فنجد مثلا أن ذرة الحديد قد تفقد الكترونين 2e^{-} لتعطي أيونات ثنائية الشحنة Fe^{2+} ، أو تفقد 3e^{-} وتتحول الى أيونات ثلاثية الشحنة Fe^{3+} . وتسمى مثل هذه الايونات بالايونات المتغيرة الشحنة .

وهناك عناصر مثل الخارصين Zn ، والكاديوم Cd ، والفضة Ag ، وتعطي أيونات محددة الشحنة : Zn^{2+} ، Cd^{2+} ، وتسمى مثل هذه الايونات بالايونات المحددة الشحنة .

وبشكل عام يطلق على الايون الموجب المحدد الشحنة نفس أسم العنصر ، مثل أيون الصوديوم Na^{+} ، وأيون الكالسيوم Ca^{2+} وأيون الالومنيوم Al^{3+} .
أما الايونات المتغيرة الشحنة فتسمى باسم العنصر متبوعاً برقم روماني (I) (II) (III) (IV) ، يدل على الشحنة .

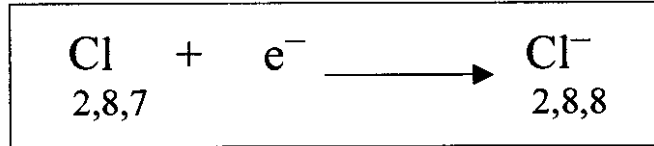
أيون الحديد (III) : Fe^{3+} ، وأيون الحديد (II) : Fe^{2+} ، أيون القصدير (II) : Sn^{2+} . وهكذا .

ومن الجدير بالذكر أن كثيرا 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 ،

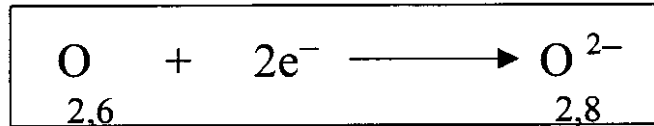
والنهاية (سك) لتدل على الايون ذى الشحنة الاعلى . وتبعاً لذلك كان الايون Fe^{2+} يدعى أيون الحديدوز . والأيون Fe^{3+} أيون الحديدك . ولقد تم الاتفاق على التخلي عن كل هذه الاضافات والاكتفاء باسم العنصر وبعدد روماني يوضع بجانبه ليبدل على عدد الشحنات التي يحملها أيون ذلك العنصر . فالمركب $FeCl_2$ يطلق عليه أسم كلوريد الحديد (II) والمركب $FeCl_3$ يدعى كلوريد الحديد (III) وهكذا .

(ب) الأيونات السالبة (الايونات Anions) :

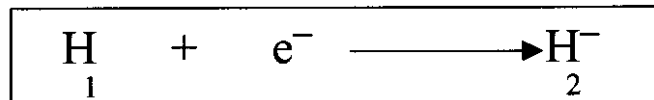
تميل ذرات اللافلزات المتعادلة الى اكتساب الكترون واحد أو أكثر ليصبح تركيبها الالكتروني مماثلاً للغاز النادر الذي يليها في الترتيب وبذلك تتحول الى أيونات سالبة الشحنة . لنأخذ عنصر الكلور كمثال حيث نجد أن ذرة الكلور المتعادلة التي تحتوى على سبعة عشر بروتوناً وسبعة عشر الكترونات تكتسب الكترونات واحداً عندما يتاح لها ذلك لتتحول الى أيون الكلور السالب :



وتميل ذرة الأوكسجين الى اكتساب الكترونين :



كذلك يمكن لذرة الهيدروجين في بعض الاحيان أن تكتسب الكترونات متحولة الى أيون سالب أحادى الشحنة :



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

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

اسم العنصر	بادئة اسم الايون	البادئة + يد (اسم الايون)	رمز الايون
هيدروجين	هيدر	هيدريد	H^{-}
أوكسجين	أوكسـ	أوكسيد	O^{2-}
فوسفور	فوسفـ	فوسفيد	P^{3-}
كبريت	كبريت	كبريتيد	S^{2-}
كربون	كربـ	كربيد	C^{4-}
نيتروجين	نيتـر	نيتريد	N^{3-}
كلور	كلور	كلوريد	Cl^{-}
فلور	فلور	فلوريد	F^{-}
بروم	بروم	بروميد	Br^{-}
يود	يود	يوديد	I^{-}

(٢ - 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 أحادى الشحنة Na^{+} فيعتبر أحادى التكافؤ . وهكذا ولا بد أن نذكر هنا أن شحنة الايون البسيط سواء كانت موجبة أو سالبة تعبر عما يعرف بعدد أكسدة العنصر . Oxidation number

(٢ - ٦) الأيونات عديدة الذرات (المجموعات الأيونية) :

وهى 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	أسم المجموعة الأيونية	الصيغة	أسم المجموعة الأيونية
HSO_4^-	الكبريتات الهيدروجينية	NH_4^+	الأمونيوم
SO_4^{2-}	الكبريتات	OH^-	الهيدروكسيد
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^-	النتريت
PO_4^{3-}	الفوسفات	NO_3^-	النترات
MnO_4^-	البيرمنجنات	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-}	الكبريتيت

لعلك تلاحظ أن تسمية المجموعات الأيونية التي تحتوى على الاوكسجين تتم بكتابة بادئة هي أسم العنصر (الذى يوجد مع الاوكسجين) مثل الكلور والكبريت والكروم ٠٠٠ الخ متبوعة بالنهاية (أت) أو (يت) ، حيث تشير النهاية (أت) الى وجود عدد من ذرات الاوكسجين أكبر مما في الايون الذى ينتهى أسمه بـ (يت) . الا أن هذه النهايات لا تشير الى العدد المطلق لذرات الاوكسجين . فمثلا صيغتا النترات والنترت هما على الترتيب NO_3^- و NO_2^- بينما صيغتا الكبريتات والكبريتيت هما على الترتيب SO_4^{2-} و SO_3^{2-} . لذلك يجب حفظ هذه الايونات وصيغها .

تلاحظ كذلك في الجدول أن هنالك أيونين من الايونات العديدة الذرات السالبة التى لا تستعمل في تسميتها النهايات (ات) و (يت) وهما أيون الهيدروكسيد OH^- ، وأيون السيانييد CN^- . حيث يسميان باستخدام النهاية (يد) كما في الايونات السالبة أحادية الذرة .

توجد كذلك بعض المجموعات الأيونية الأوكسجينية السالبة والتي تحتوى على هيدروجين ، وهذه تسمى بنفس أسم الايون الاوكسجيني السالب متبوعا بالصفة (الهيدروجينية) فمثلا تسمى HCO_3^- الكربونات الهيدروجينية و HSO_4^- الكبريتات الهيدروجينية و HPO_4^{2-} الفوسفات أحادية الهيدروجين ، وهكذا . لاحظ أننا لم نقل الكربونات الأحادية الهيدروجين أو الكبريتات الأحادية الهيدروجين لانه معروف ضمناً بانه لا يوجد سوى أحادية فقط بعكس الفوسفات التى قد تكون أحادية أو ثنائية الهيدروجين ، وفي هذه الحالة يجب ذكر الرقم الذى يدل على ذرات الهيدروجين في الأيون .

إن السبب الذى يجعلك تفترض أن الكربونات أو الكبريتات ضمناً أحادية الهيدروجين هو أن هاتين المجموعتين مصدرهما حامضان ثنائيا الهيدروجين وهما حامض الكربون (IV) (الكربونيك) H_2CO_3 وحامض الكبريت (VI) (الكبريتيك) H_2SO_4 ، لذلك فان ازاحة هيدروجين واحد من اى من الحامضين يعطى الأيون الهيدروجيني ، أما ازاحة الهيدروجين الثاني فيعطى أيون الكربونات CO_3^{2-} ، أو أيون الكبريتات SO_4^{2-} . أما في حالة مجموعات الفوسفات فهي مجموعات مصدرها حامض الفوسفور (V) (الفوسفوريك) ، وهو حامض ثلاثى الهيدروجين . لذا فانه يمكن ازاحة هيدروجين واحد من

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

نلاحظ عند كتابة صيغ المجموعات الأيونية عموما نكتب رمز الأوكسجين على يمين رمز العنصر الآخر الذي غالبا ما يكون لافلزاً .
سترى فيما بعد أن المجموعات الأيونية تشترك في معظم التفاعلات كوحدة واحدة ، أى كما يفعل الايون احادى الذرة ، حيث أن ذرات العناصر المكونة للمجموعات الأيونية لاتنفصل عن بعضها أثناء أغلب تفاعلات هذه المجموعة الأيونية .

(٢ - ٧) كتابة الصيغ الكيميائية للمركبات :

لكتابة الصيغ الكيميائية للمركبات يمكن اتباع القواعد الآتية :
أولاً : إذا كان جزء المركب يتكون من أيونين يحملان شحنات متفقة عددياً ولكنها مختلفة الإشارة فانهما يتحدان بنسبة ١:١ . الامثلة الواردة في الجدول (٢ - ٣) توضح ذلك :

الجدول (٢ - ٣) اسماء وصيغ بعض المركبات

الصيغة الكيميائية	الايونات	اسم المركب
Na Cl	Na^+ ، Cl^-	كلوريد الصوديوم
KBr	K^+ ، Br^-	بروميد البوتاسيوم
CaO	Ca^{2+} ، O^{2-}	أكسيد الكالسيوم
MgSO_4	Mg^{2+} ، SO_4^{2-}	كبريتات المغنيزيوم
AlPO_4	Al^{3+} ، PO_4^{3-}	فوسفات الالومنيوم

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

ثانيا : إذا كان جزئ المركب يتكون من أيونين يحملان شحنات مختلفة عدديا ومختلفة الإشارة كذلك ، فإنهما يتحدان بنسبة هي عكس نسبة الشحنات التي تحملها الأيونات ، يعنى هذا أننا قد نحتاج الى أكثر من أيون واحد في بعض الاحيان . في هذه الحالة فان عدد الأيونات يشار اليه برقم يكتب أسفل يمين رمز الأيون . مثلا Na_2O تعنى أن هناك أيونين من الصوديوم وأيون واحد من الاوكسيد في صيغة أوكسيد الصوديوم .

عندما تكون هناك حاجة لاثنين أو أكثر من المجموعات الايونية في صيغة المركب فان المجموعة الايونية توضع بين قوسين ثم يكتب رقم اسفل يمين القوس الأيمن يشير الى عدد المجموعات الأيونية مثلا :

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

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

دعنا الآن ننظر الى المركب فوسفات الصوديوم الذى يحتوى على أيونات الصوديوم والفوسفات . يحمل أيون الصوديوم شحنة موجبة واحدة : Na^+ ؛ بينما يحمل أيون الفوسفات ثلاث شحنات سالبة PO_4^{3-} . إذن نحتاج الى ثلاثة أيونات صوديوم لتتحد مع مجموعة واحدة من الفوسفات بحيث يكون المجموع الجبرى للشحنات الموجبة والسالبة صفرا في جزئ مركب فوسفات الصوديوم الذى يكتب هكذا : Na_3PO_4 .

في الجدول رقم (٢ - ٤) تجد مزيدا من الامثلة :

الجدول (٢ - ٤) اسماء وصيغ مركبات أخرى

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

المجموع الجبرى لعدد الشحنات الموجبة والسالبة التى تحملها
الذرات (الأيونات) المكونة لجزء المركب يساوي صفراً .

- لعلك تكون قد لاحظت أن عدد الشحنات الموجبة أو السالبة التى تحملها الذرة (أو المجموعة الايونية) تساوى عدديا تكافؤ تلك الذرة أو المجموعة الأيونية .
لذا لابد لكتابة الصيغ الكيميائية للمركبات أن تكون ملما بالاتي :
- ١- رموز العناصر والمجموعات الأيونية الداخلة في تكوين ذلك المركب .
 - ٢- تكافؤات تلك العناصر والمجموعات الأيونية .

تمرين على الوحدة الثانية

- ١- ما الفرق بين الذرة والجزء ؟
 - ٢- أذكر بعض العناصر التى توجد على هيئة جزيئات أحادية الذرة وعناصر أخرى توجد على هيئة جزيئات ثنائية الذرة .
 - ٣- ما الفرق بين الرمز والصيغة ؟ وما الفرق بين H_2 , $2H$ ؟
 - ٤- ماذا يقصد بالأيونات عديدة الذرات ؟ كيف تسمى الأيونات عديدة الذرات التى تحتوى على الاوكسجين ؟
 - ٥- طابق أسماء العناصر مع رموزها فيما يلي :
- | | |
|----------|---------------|
| O (1) | (أ) كربون |
| Ca (2) | (ب) يود |
| I (3) | (ج) كبريت |
| C (4) | (د) كالسيوم |
| S (5) | (هـ) ذهب |
| Au (6) | (و) أوكسجين |

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

Chemical Bonds – الروابط الكيميائية

(٣ - ١) مقدمة :

راينا فيما سبق عند دراسة تركيب الذرة أن لكل عنصر تركيبا الكترونيا يختلف عن الآخر وإن ترتيب الالكترونات بطرق معينة تنتج عنه ذرات مستقرة تكون العناصر الكيميائية المختلفة . ولما كانت الاجسام في الكون تسعى الى إتخاذ التركيب الذى تكون طاقتها بموجبه في أدنى مستوى ممكن ، فإنه من الطبيعى أن نعتبر أن التركيب الالكتروني لذرات العناصر ، من شأنه أن يجعلها في أدنى مستوى من الطاقة .

السؤال الذى يتبادر الى الالذهان الآن هو : إذا كانت ذرات العناصر بتركيبها الالكتروني مستقرة لأنها في أدنى مستوى من الطاقة فلماذا تميل ذرات كثير من العناصر الى الاتحاد او الارتباط بذرات العناصر الأخرى لتكون المركبات ؟ .

ولعل الاجابة المنطقية عن هذا السؤال هي انه عندما تتحد ذرات عنصر ما مع ذرات عنصر آخر لتكون مركبا كيميائيا ، إنما تفعل ذلك لأن طاقة المركب الناتج أقل من مجموع طاقات الذرات المنفردة للعناصر المكونة له ، تنشأ بين الذرات التى تتحد مع بعضها قوى تجعلها مرتبطة ببعضها . يؤدي نشوء مثل هذه القوى بين الذرات إلى تكوين ما يعرف بالروابط الكيميائية .

(٣ - ٢) أنواع الروابط الكيميائية :

عند النظر الى الجدول الآتي الذى يوضح التركيب الالكتروني لذرات الغازات النادرة نلاحظ أن الغلاف الخارجى لذرة كل عنصر (عدا الهليوم) يحتوى على ثمانية الكترونات ، على الرغم من أن الاغلفة الخارجية لذرات كل من الارجون والكربتون والزينون والرادون لاتحتوى على العدد الاقصى من الالكترونات . لذا يمكن القول أن كل الغازات النادرة (الخاملة) تتميز ذراتها في أن الغلاف الالكتروني الخارجى لذرة كل من هذه الغازات يحتوى على ثمانية

الكثرونات (عدا الهليوم الذى يحتوى غلافه الخارجى على الكثرونين وهو أقصى عدد من الالكثرونات 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 لاتدخل في تفاعلات كيميائية عند الظروف العادية .

الجدول رقم (٣ - ١)

الغازات الخاملة ، اسمائها ، رموزها ، وتركيبها الالكثرونية

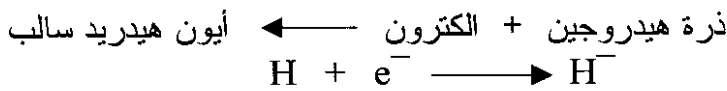
إسم الغاز	الرمز	العدد الذرى	التركيب الالكثرونى
			K L M N O P
الهليوم	He	2	2
النيون	Ne	10	2 8
الارجون	Ar	18	2 8 8
الكربتون	Kr	36	2 8 18 8
الزينون	Xe	54	2 8 18 18 8
الرادون	Rn	86	2 8 18 32 18 8

التركيب الالكثرونى لذرات الغازات الخاملة :

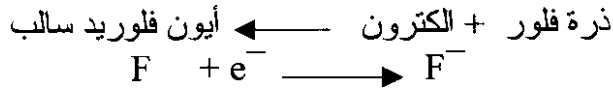
أن التركيب الالكثرونى المميز للغازات الخاملة بوجود ثمانية الكثرونات في الغلاف الخارجى لابد أن تكون له صلة وثيقة بالخمولى الذى تتميز به ذرات تلك الغازات . حيث يعد ذلك التركيب مستقرا مما يصعب معه إضافة أو انتزاع الكثرونات لذلك الغلاف الخارجى المستقر . لذا فان ذرات هذه العناصر تجد صعوبة بالغة في الاتحاد مع ذرات أخرى لتكون مركبات في الظروف العادية .
تميل ذرات العناصر الأخرى الى إمتلاك هذا التركيب الالكثرونى المستقر وذلك يجعل أغلفتها الخارجية تحتوى على هذا العدد المميز من الالكثرونات (ثمانية الكثرونات) . لذا فان التفاعلات الكيميائية التى تدخل فيها بقية العناصر هي في الواقع محاولة من تلك العناصر لكى تصل بذراتها الى

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 .

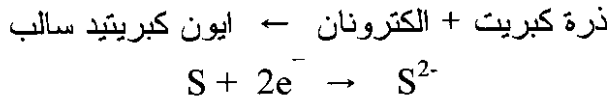
ودعنا نضرب مثلا بذرة الهيدروجين التى تملك الكترونا واحدا فى غلافها إذ يمكن لهذه الذرة ان تكتسب الكترونا آخر ليصبح لها تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لذرة الهليوم وبالتالي تتحول ذرة الهيدروجين المتعادلة الى أيون سالب يحمل شحنة سالبة واحدة .



أما ذرة الفلور والتى لها سبعة الكترونات فى غلاف الطاقة الخارجى فيمكنها إكتساب الكترون واحد الى غلاف الطاقة الخارجى ليصبح لها تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لذرة النيون وتتحول بالتالى ذرة الفلور المتعادلة الى أيون الفلوريد السالب بشحنة واحدة .



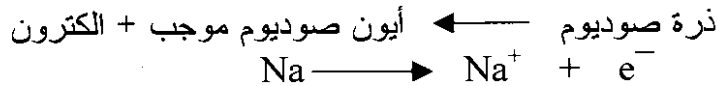
أما ذرة الكبريت والتى لها ستة الكترونات فى غلاف التكافؤ (غلاف الطاقة الخارجى) : 2, 8, 6, 16S فيمكنها اكتساب الكترونين ليصبح لها تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لذرة الأرجون وتتحول بالتالى ذرة الكبريت المتعادلة الى أيون الكبريتيد السالب بشحنتين .



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

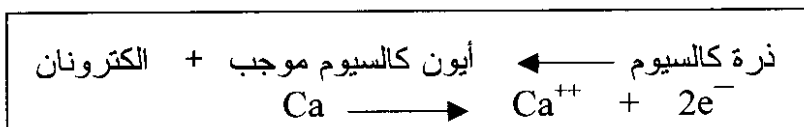


يمكن لذرة الصوديوم هذه أن تفقد الالكترون الوحيد الموجود في الغلاف الخارجى ليصبح غلافها الخارجى وهو الغلاف الثانى محتويا على ثمانية الكترونات . ويصبح لها بالتالى تركيب الكترونى مشابه لذرة النيون . إلا أن ذرة الصوديوم بفقدتها الكترونا تتحول الى أيون الصوديوم الموجب بشحنة واحدة ، ويصبح لها بالتالى تركيب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



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

ويصبح لها بالتالى تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لذرة الارجون .



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

الذرات التى تميل عادة لفقد الكتروناتها هى ذرات الفلزات ، أما الذرات التى تميل عادة لاكتساب الالكترونات فهى ذرات اللافلزات . لماذا ؟

مثال :

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

2 الكترون في المدار الاول

6 الكترون في المدار الخارجى

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

مستخدماً الطريقة التى إتبعنا في المثال أعلاه وضع :

كيف يمكن لذرات العناصر التالية أن تصل الى تركيب الكترونى مشابه للتركيب الالكترونى لاقرب غاز خامل بفقدان أو إكتساب الكترونات ، والذرات

هي : ${}_{9}F$ ، ${}_{13}Al$ ، ${}_{15}P$ ، ${}_{17}Cl$

قاعدة عامة :

تميل الذرات التي يوجد في غلافها الخارجى عدد من الالكترونات يتراوح بين ١ - ٣ وهى المعروفة بالفلزات ، تميل عادة لفقد الكترونات الغلاف الخارجى متحولة الى أيونات تحمل شحنات كهربائية موجبة يشابه تركيبها الالكترونى التركيب الالكترونى لأقرب غاز خامل .

أما الذرات التي يوجد في غلافها الخارجى عدد من الالكترونات يتراوح بين ٤ - ٧ وهى المعروفة باللافلزات تميل عادة الى اكتساب الكترونات الى الغلاف الخارجى متحولة الى أيونات ذات شحنات كهربائية سالبة يشابه تركيبها الالكترونى التركيب الالكترونى لأقرب غاز خامل .

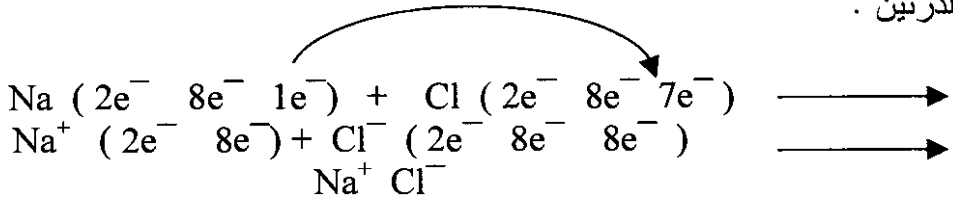
كيف يمكن لبعض الذرات أن تصل لتركيب الكترونى مستقر بالمشاركة في الكترونات مع ذرات أخرى ؟

عند تكوين جزيء الهيدروجين H_2 من ذرتى هيدروجين ليس هناك مايبرر ميل إحدى ذرتى الهيدروجين لفقد الكترون لتكسبه الذرة الأخرى من جزيء إذ أن لكلتا الذرتين نفس الميل لفقدان أو اكتساب الكترون . إن ما يحدث فى هذه الحالة أن كل ذرة من الذرتين تسهم بالكترون فى الغلاف الخارجى لتكون الذرتان زوجا الكترونيا مشتركا . وسوف تتم مناقشة هذا الأمر بشئ من التفصيل عندما نتعرض للحديث عن الرابطة الكيميائية التى تنشأ فى هذا النوع من الجزيئات .

بناءً على ما سبق من المتوقع أن ترتبط ذرات العناصر مع بعضها البعض بطريقتين رئيسيتين هى الترابط الايوني الذى يتم عن طريق انتقال الالكترونات من الغلاف الالكترونى الخارجى لذرة عنصر ما الى الغلاف الالكترونى الخارجى لذرة عنصر آخر ، والترابط الاسهامى الذى يتم عن طريق مشاركة ذرتين لبعضهما البعض فى الالكترونات الموجودة فى الغلاف الالكترونى الخارجى لكل منها .

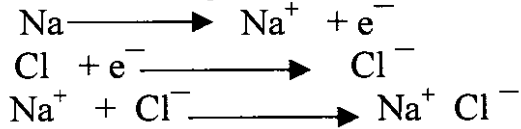
(٣ - ٣) الرابطة الايونية Ionic Bond :

لقد لاحظت في الفقرة (٣-٢) كيف يمكن لذرة الصوديوم الوصول الى تركيب الكترونى مستقر بفقدان الالكترن الوحيد الموجود في الغلاف الخارجى . ولعلك قد استطعت كذلك أن تصل بذرة الكلور الى تركيب الكترونى شبيه بالتركيب الالكترونى لذرة الارجون ($18Ar$) وفيما يلي تلخيص لما حدث للذرتين .



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

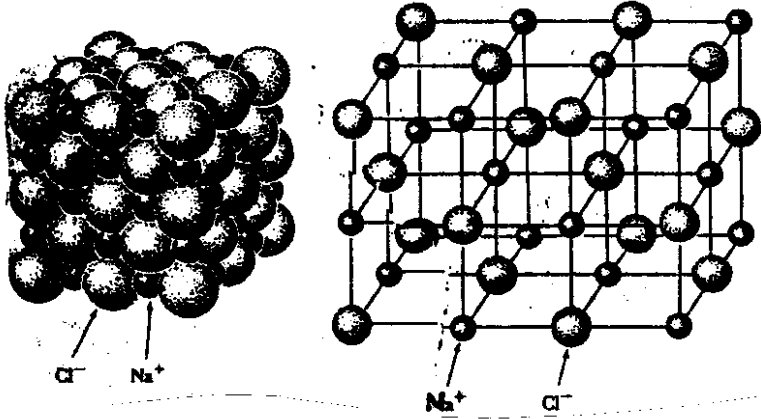
إن التفاعل الكيميائى الذى يحدث بين الصوديوم والكلور يؤدي الى تكوين كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) عبر الخطوات التالية :



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

على ذلك فإن بلورات ملح الطعام الصلب التى نشاهدها هي في الواقع عبارة عن تجمع الملايين من هذه الايونات ولكن تظل نسبة أيونات Na^+ الى أيونات Cl^- هي نسبة واحد : واحد .

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



- لعلك تلاحظ من الشكل الذى يوضح التركيب البلورى لملاح الطعام أن أيون الصوديوم أصغر حجما من أيون الكلوريد ويعزى ذلك لعاملين :
- ١- فقدت ذرة الصوديوم الالكترون الوحيد الموجود في الغلاف الخارجي وبالتالي فقدت الغلاف الخارجي مما يعنى أن حجم الايون الناتج أصبح أصغر مما كان عليه حجم الذرة .
 - ٢- الالكترونات العشرة المتبقية في أيون الصوديوم أصبحت منجذبة بواسطة أحد عشر بروتونا في النواة مما يؤدي الى إقترابها أكثر من النواة .
أما أيون الكلوريد فهو أكبر حجما من ذرة الكلور نسبة لأن إضافة الكترون الى المدار الخارجي لذرة الكلور يقلل من الجذب النووى لجميع الالكترونات . مما يؤدي الى تمديد الحجم .
- من الواضح الآن أن الذرات التى تفقد الكترونات التكافؤ (الكترونات المدار الخارجي) لتتحول الى أيونات موجبة تصبح اصغر حجما . أما الذرات التى تكتسب الكترونات لتتحول الى أيونات سالبة تصبح أكبر حجما من الذرات المتعادلة والجدول رقم (٣ - ٢) يوضح ذلك .

الجدول رقم (٣ - ٢)
أنصاف الأقطار الذرية والأيونية لبعض الفلزات واللافلزات (بوحدة النانومتر*)

نق الأيوني nm	الأيون السالب	نق الذري nm	الذرة	نق الأيوني nm	الأيون الموجب	نق الذري (نانومتر 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

$$* \text{النانومتر nm} = \frac{1}{10^9} \text{ متر}$$

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

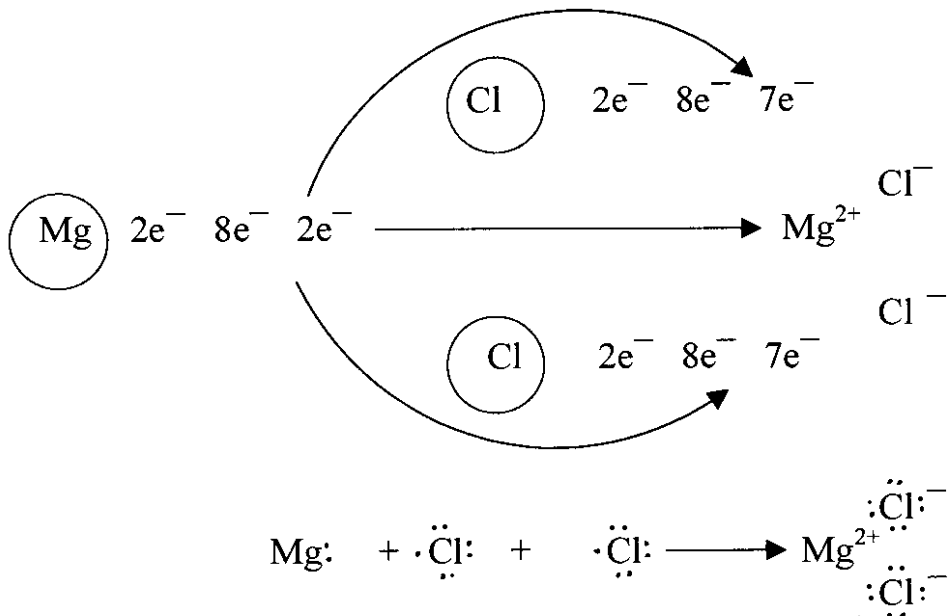
- ماذا تلاحظ عند مقارنة نصف القطر الذري للفلزات مقارنة بنصف القطر الايوني لايونات تلك الفلزات ؟
- ماذا تلاحظ عن أنصاف الاقطار الذرية للفلزات عند مقارنتها بأنصاف الاقطار الايونية لايونات تلك اللافلزات ؟
- كيف تعلق ذلك ؟

لننظر للمثال الآتي الذى يوضح خطوات تكوين الرابطة الايونية في

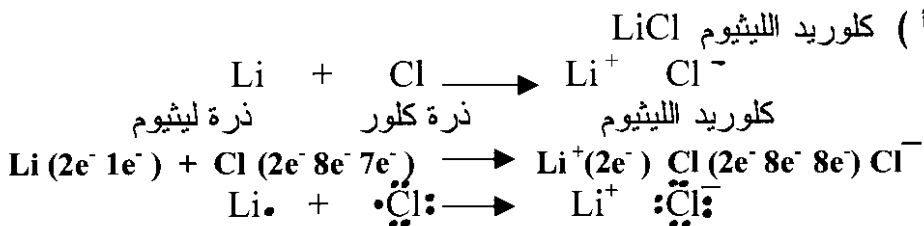
كلوريد المغنيزيوم :

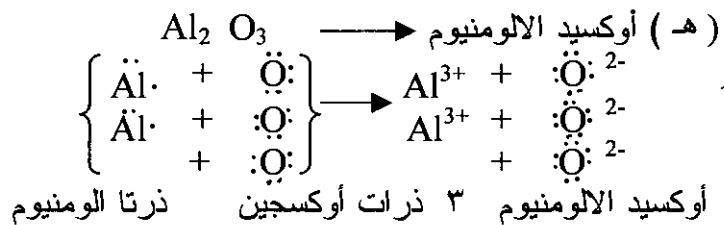
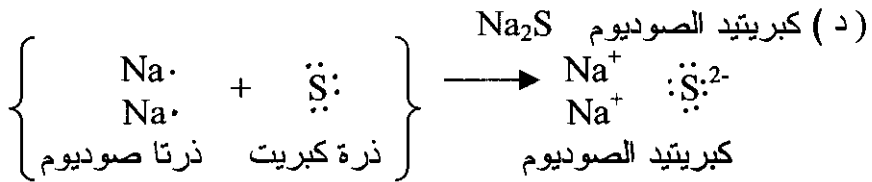
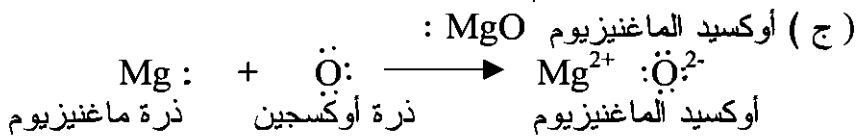
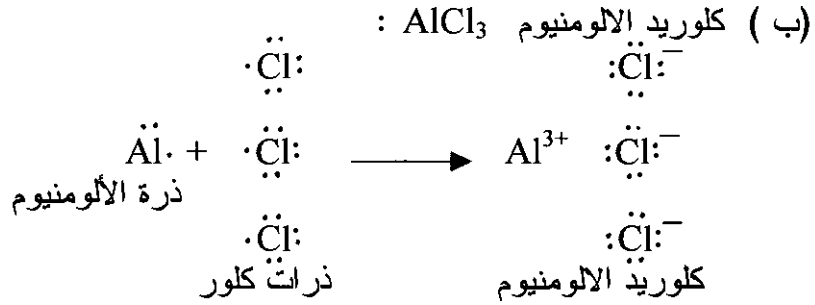
يشير التركيب الالكتروني لذرة الماغنيزيوم الى وجود الكترونين في المدار الخارجى ، لذا فان ذرة الماغنيزيوم إما أن تفقد الكترونين أو تكتسب ستة الكترونات للمدار الخارجى . إذا تفاعل الماغنيزيوم مع الكلور فإن كل ذرة من ذرات الكلور فى حاجة الى الكترون لتضيفه الى مدارها الخارجى ليكتمل الى

ثمانية الكترونات . ويعنى هذا أن ذرة واحدة من الماغنيزيوم تحتاج الى 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 شحنتان موجبتان . ولكل أيون من أيونى الكلوريد شحنة سالبة واحدة . الشكل التالي يوضح كيفية انتقال الكترونين من ذرة الماغنيزيوم الى ذرتى كلور .



أدرس الامثلة الآتية وتعرف على فقد واكتساب الالكترونات بين الذرات في كل مثال للوصول الى تركيب الكترونى مستقر للأيونات في المركبات الناتجة





لعلك لاحظت في كل الامثلة أعلاه أن المدار الخارجي في الايونات السالبة المتكونة يحتوى على ثمانية الكترونات ينتج عن هذا التركيب ازدواج جميع الالكترونات في المدار الخارجي (وجودها على هيئة اربعة أزواج) .

تعريف الرابطة الايونية :

تنشأ الرابطة الايونية حينما يحدث انتقال تام لالكترون واحد أو أكثر من ذرة الى ذرة اخرى . تكون لذرات الفلزات عادة قابلية لفقد الكترونات التكافؤ ، لذلك فهي تميل لتكوين روابط أيونية عند تفاعلها مع ذرات اللافلزات .

تعتبر الروابط الأيونية من أقوى الروابط الكيميائية ولهذا فانه يصعب فصل الايونات في بلورات المركبات الأيونية عن بعضها ، ونجد هذه المركبات مستقرة التركيب كما أن الايون الواحد الذي يحمل شحنة معينة في هذه المركبات لاينجذب الى أيون واحد فقط ذى شحنة مضادة . لذا فإن من الصعب جدا فصل جزيئات مستقلة في المركبات الأيونية . وإذا نظرنا الى التركيب الكلى لجسم المركب الايوني نجده يتكون من أيونات موجبة وأيونات سالبة متداخلة ومتراصة مع بعضها بأشكال هندسية معينة يحددها حجم كل من الايونات الموجبة والسالبة والشحنات الكهربائية على كل منها .

نتيجة لهذا الترتيب وللقيم المرتفعة لطاقة الترتيب البلورى تكون المركبات الايونية عادة ذات نقاط انصهار وغلان مرتفعة جدا . أنظر الجدول رقم (٣ - ٣) :

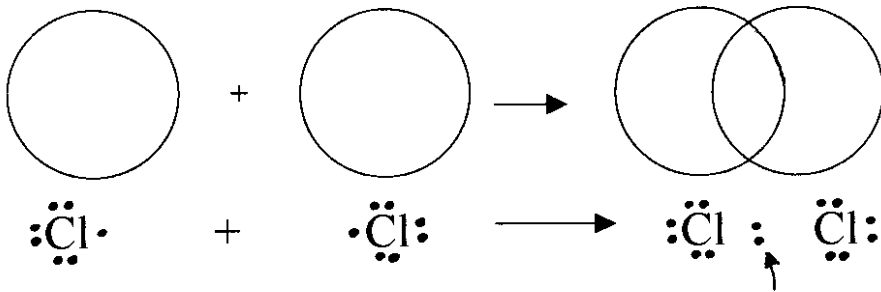
الجدول رقم (٣ - ٣)
نقاط الانصهار والغلان لبعض المركبات الأيونية

المركب	نقطة الانصهار (م)	نقطة الغليان (م)
NaCl	٨٠٠	١٤٤٢
NaBr	٧٥٥	١٣٩٠
KCl	٧٧٦	١٣٨٠
KBr	٧٣٠	١٤٣٥
CaO	٢٥٨٠	٢٨٥٠

نتيجة لكون المركبات الايونية ناتجة من اتحاد ايونات مشحونة فإنه عند صهر هذه المركبات أو إذابتها في الماء تصبح الايونات قادرة على الحركة . لذا فان مصهورات المركبات الايونية ومحاليلها المائية موصلات جيدة للكهرباء .

(٣ - ٤) الرابطة الاسهامية :

تشير نتائج التحليل الكيميائي لغاز الكلور ان الجزيء الواحد من هذا الغاز يتكون من ذرتي كلور (الصيغة الجزيئية لغاز الكلور هي Cl_2) .
عندما تتحد ذرتان من الكلور معا لانستطيع تطبيق مفاهيم الرابطة الايونية لتفسير الرابطة التي تنشأ بين هاتين الذرتين اذ ليس هناك ما يبرر استعداد إحدى ذرتي الكلور لفقد الكترون لتكتسبه الذرة الاخرى ، إذ أنهما ذرتان لعنصر واحد لهما ميل متساوى لاكتساب وفقدان الالكترونات . وحتى اذا افترضنا ان إحدى الذرتين فقدت الكترونا لتكتسبه الاخرى . فان الذرة التي فقدت سوف تحتوى في مدارها الخارجي على ستة الكترونات وهى حالة غير مستقرة . إن ما يحدث في هذه الجزيئات هو أن كل ذرة من الذرتين تسهم بالكترون من مدارها الخارجي لتكون الذرتان زوجا الكترونيا يقضى جزءا كبيرا من وقته في الفراغ الموجود بين الذرتين . ويكون الزوج الالكتروني هذا منجذبا إلى نواتي الذرتين المتجاورتين في نفس الوقت وبالتالي فإنه يشدهما لبعضهما ويمكن توضيح ذلك في الشكل التالي .



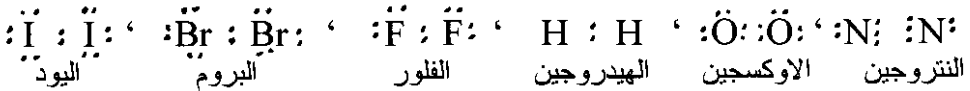
الزوج الالكتروني المشترك

يمكن أيضا التعبير عن الرابطة التساهمية التي نشأت بين ذرتي الكلور

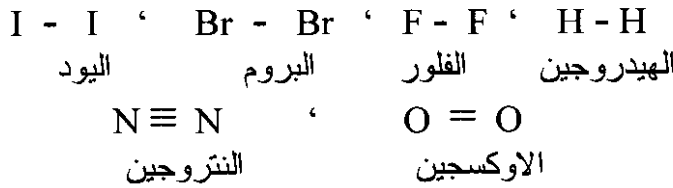
على النحو التالي : $Cl - Cl$

في هذه الحالة فإن كلا من ذرتي الكلور لاتملك شحنة سالبة أو موجبة إذ لكل منهما نفس عدد البروتونات وتجذبان بقدر متساو الزوج الالكتروني المشترك .

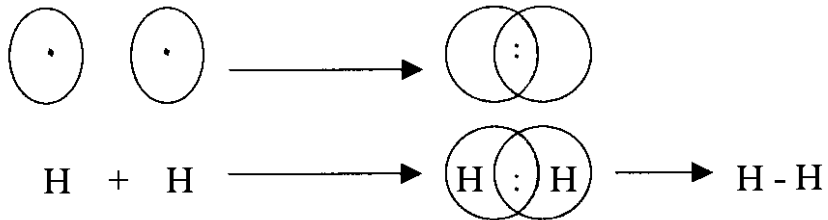
أمثلة أخرى لجزيئات تحدث فيها مساهمة (مشاركة) في الالكترونات بين ذرتين لنفس العنصر هي : جزيئات الهيدروجين H_2 ، الاوكسجين O_2 ، النتروجين N_2 ، الفلور F_2 ، البروم Br_2 ، واليود I_2



يمكن التعبير عن هذه الروابط بخطوط بحيث يمثل كل خط زوجا الكترونيا .



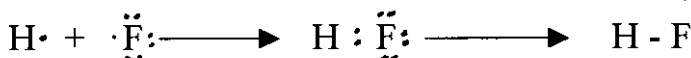
تنتج الرابطة الاسهامية من المشاركة او المساهمة في الالكترونات بين الذرات الرابطة الكيمائية الاسهامية ، وهى الرابطة الاكثر وجودا في المواد .
لعل أبسط مثال على الرابطة الاسهامية هو جزيء الهيدروجين H_2 حيث تساهم كل ذرة هيدروجين بالكترون لتكون الذرتان الزوج الالكتروني الرابط .



نلاحظ أن كل ذرة من ذرتي الهيدروجين في الجزيء محاطة بالكترونين، علما بأن سعة مدار التكافؤ للهيدروجين الكترونان . هذا يعنى أن

كلا من ذرتي الهيدروجين في الجزيء أصبحت تمتلك تركيبا الكترونيا مماثلا لتركيب الهليوم .
مثال آخر:

لننظر الان الى فلوريد الهيدروجين HF . نجد في هذا الجزيء ان كلا من ذرة الفلور والهيدروجين تساهم بالكترون واحد لتكوين الزوج الالكتروني الرابط .



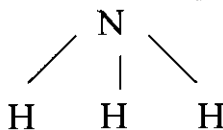
حول ذرة الفلور في جزيء HF ثمانية الكترونات بينما بذرة الهيدروجين الكترونان فقط علماً بان سعة مدار التكافؤ للفلور هي ثمانية الكترونات . تلاحظ ان هنالك ثلاثة أزواج من الالكترونات حول ذرة الفلور في جزيء فلوريد الهيدروجين لا تشارك في تكوين الرابطة الاسهامية مع الهيدروجين . تسمى هذه الأزواج الالكترونية التي لا تشارك في تكوين الروابط الاسهامية الأزواج الحرة .

مثال ثالث :

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

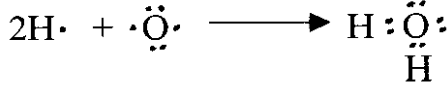


لذرة النيتروجين في جزيء NH_3 زوج الكتروني حر . يمكن كتابة جزيء النشادر على النحو التالي :

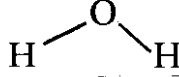


مثال رابع :

جزيء الماء H_2O



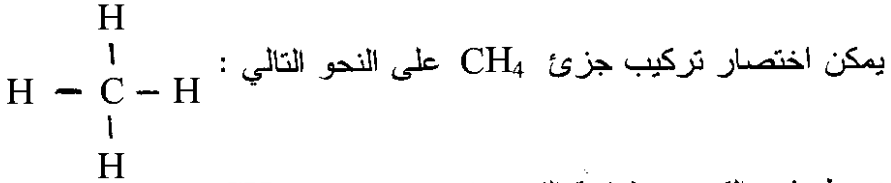
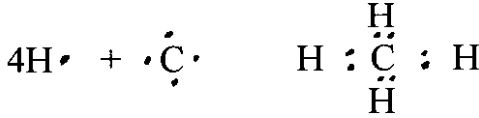
يمكن التعبير عن الرابطة الناشئة في جزئ الماء كالآتي :



تحيط بذرة الاوكسجين ثمانية إلكترونات في جزئ H_2O . كم يبلغ عدد الأزواج الالكترونية الحرة في ذرة الاوكسجين في جزئ الماء ؟

مثال خامس :

جزئ الميثان CH_4



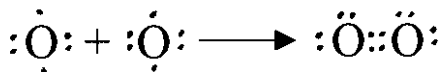
تحيط بذرة الكربون ثمانية إلكترونات في جزئ CH_4 .

* هل لذرة الكربون في CH_4 أزواج حرة ؟

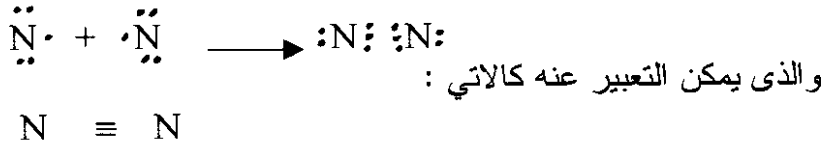
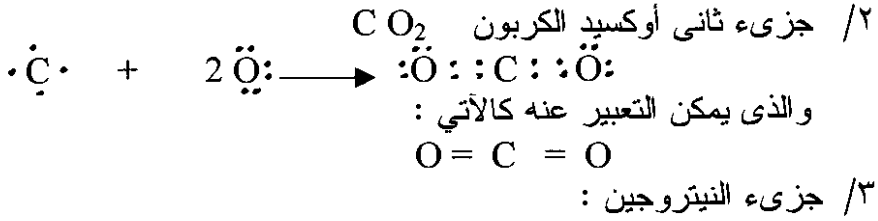
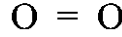
نلاحظ من الامثلة السابقة ان ذرات الفلور والنتروجين والاكسجين والكربون عند دخولها في تفاعلات كيميائية تسعى لان تحيط نفسها بثمانية إلكترونات في مدار التكافؤ لتحصل على التركيب الالكتروني المماثل للتركيب الالكتروني لأقرب غاز خامل لها وهو غاز النيون .

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

١/ جزئ الاوكسجين O_2



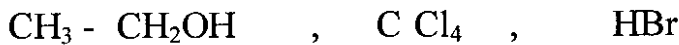
يمكن التعبير عن الرابطة المزدوجة على النحو التالي :



تمرين :

فيما يلي عدد من جزيئات المركبات الاسهامية :

أرسم جزيئات تلك المركبات مستخدما طريقتي الالكترونات (:) والخطوط (-) لتوضح تركيب تلك الجزيئات ، والجزيئات هي :



خصائص الرابطة الاسهامية :

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

الاسهامية غالبا (ولكن ليس دائما) 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 و غليان منخفضة نسبيا مقارنة بالمركبات الأيونية .

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

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

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

ونظرا لان الرابطة الاسهامية لا يسببها ولاينتج عنها انفصال لجسيمات تحمل شحنات كهربائية ، فإن مصهورات ومحاليل المركبات الإسهامية غالبا موصلات رديئة أو غير جيدة التوصيل للكهربية .

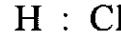
(٣ - ٥) الروابط الاسهامية القطبية :

لقد اتضح لنا الآن أن الروابط إما ان تكون ايونية او اسهامية ، الا ان هنالك كثيرا من الجزيئات تتصف روابطها بصفات هى مزيج من صفات الرابطة الايونية والرابطة الاسهامية . يعرف هذا النوع من الروابط بالروابط الاسهامية القطبية .

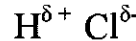
إن الرابطة المتكونة بين ذرتين من نفس العنصر ، كما هو الحال في جزيئ الهيدروجين مثلا هى رابطة إسهامية غير قطبية إذ أن الزوج الالكترونى

المشترك بين الذرتين هنا ينجذب بقدر متساو للذرتين . ولكن عندما تشارك ذرتان مختلفتان في زوج من الكترونات فإنه من المتوقع ان تحمل إحدى الذرتين جزءا من شحنة موجبة وتحمل الاخرى جزءا من شحنة سالبة للاختلاف في قابلية كل منهما لجذب الزوج الالكتروني المشترك .

تعرف قابلية الجذب التى يمتلكها العنصر لجذب الزوج الالكتروني المشترك في الجزيء بكهرسالبية العنصر. وتختلف العناصر في كهرسالبيتها وكمثال لتوضيح هذا الامر تلاحظ أن كلا من الهيدروجين والكلور يحتاج إلى الكترون واحد للوصول إلى تركيب الكتروني مستقر ، لذا يشتركان في زوج الكتروني عند تكوين جزيء كلوريد الهيدروجين . يلاحظ ان للكلور كهرسالبية أكبر من الهيدروجين . لذا فإن الكلور يجذب الزوج الالكتروني نحوه أكثر من الهيدروجين . نتيجة لهذا فإن الزوج الالكتروني المشترك يصبح أقرب لذرة الكلور مما يكسبها شحنة سالبة جزئية بينما تكتسب ذرة الهيدروجين شحنة موجبة جزئية . مما تجدر الإشارة اليه هنا هو ان الزوج الالكتروني لاينتقل بصورة كاملة لذرة الكلور كما يحدث في حالة كلوريد الصوديوم ، لذا فإنه لايتكون في حالة جزيء كلوريد الهيدروجين أيونات .



ان الزوج الالكتروني المشترك في حالة $H : Cl$ أقرب الى ذرة الكلور الاكبر كهرسالبية مما يكسب ذرة الكلور شحنة سالبة جزئية مقارنة بذرة الهيدروجين التى تحمل شحنة موجبة جزئية ويعبر عن ذلك كالآتي :



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

لقد عرفنا من الفقرات السابقة أن الرابطة الاسهامية تتكون بين ذرتين عندما تساهم كل من هاتين الذرتين بالكترون واحد (أو اكثر) في الزوج الالكتروني المشترك (أو الأزواج الالكترونية المشتركة) .

في بعض الاحيان يمكن ان تتكون رابطة اسهامية بين ذرتين إحداها مرتبطة مع ذرة أخرى مكونة رابطة إسهامية وتحتوى على زوج أو اكثر من الالكترونات الحرة (غير المشتركة في تكوين الرابطة) والثانية تحتاج لهذه

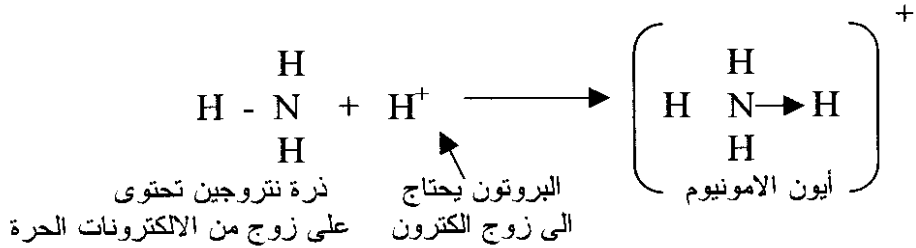
الالكترونات حتى تصل للتركيب الالكتروني المستقر . تسمى مثل هذه الرابطة بالرابطة الاسهامية التساندية .

تسمى الذرة المانحة للالكترونات في هذه الرابطة بالذرة المانحة . اما الذرة التي تستقبل الالكترونات فتسمى بالذرة المستقبلة .

يرمز للرابطة التساندية بسهم يتجه من الذرة المانحة الى الذرة المستقبلة ($A \rightarrow B$) . عندما تتكون الرابطة التساندية تكون لها نفس خواص الرابطة الاسهامية العادية .

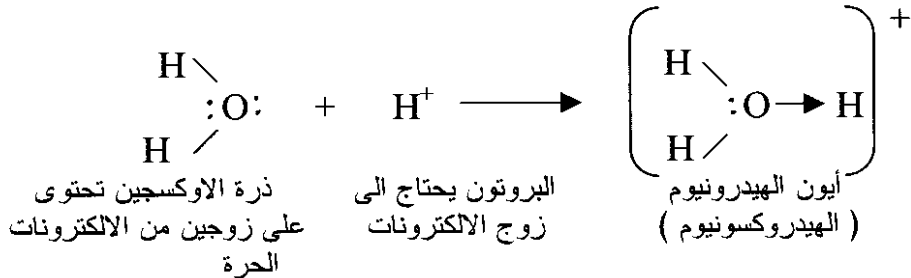
مثال (١) : تكوين أيون الامونيوم NH_4^+

يتكون أيون الامونيوم نتيجة لارتباط جزئ النشادر NH_3 مع أيون الهيدروجين الموجب H^+ على النحو الموضح في الشكل ادناه .



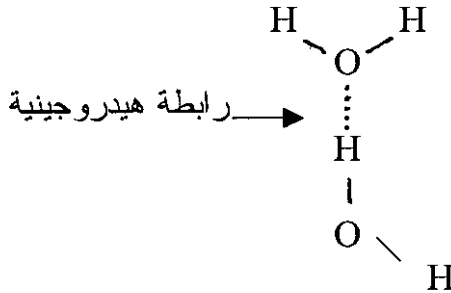
مثال (٢) : تكوين أيون الهيدرونيوم H_3O^+

يتكون أيون الهيدرونيوم (أو الهيدروكسونيوم) من ارتباط جزئ 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 والنترجين توصف جزيئاتها بأنها عالية القطبية بحيث تصبح ذرة الهيدروجين الصغيرة حاملة لشحنة عالية . ونتيجة لذلك ينجذب الطرف الموجب للجزء الى 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 .



بوجود مثل هذا الترابط بين جزيئات الماء تبدو هذه الجزيئات وكأنها مترابطة 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 والأسهامية :

يرجع السبب في وجود اختلاف كبير في الصفات بين المركبات الايونية والاسهامية الى طبيعة القوى بين الذرات او بين الجزيئات . فالمركبات الايونية تحتوى على ايونات تحمل شحنات كهربائية وبالتالي ترتبط مع بعضها البعض بقوى كهروستاتيكية . وعند انصهار المركبات الايونية او اذابتها في الماء تصبح ذات قابلية عالية للتوصيل الكهربائي لانها تصبح على شكل أيونات حرة الحركة في حالة السيولة .

وهذا الاستنتاج ينطبق على المركبات الاسهامية القطبية فهناك قوى كهروستاتيكية ضعيفة فيما بينها تكسب الجزيء ، بعض الصفات الأيونية . وبما ان قوى التجاذب الكهروستاتيكية بين الايونات على درجة عالية من القوة فإن المركبات الايونية صلبة في درجة الحرارة العادية . أما المركبات الاسهامية فتكون في معظم الاحيان غازية او سائلة في درجة الحرارة العادية ، وعلى هذا فإن نقاط إنصهار وغلان المركبات الأيونية مرتفعة بصورة عامة .

ملاحظة خاتمة :

يمكن تشبيه المادة الكيميائية بالبناء الذى يتألف من حجارة أو طوب (وحدات البناء) . ففي المركبات الايونية تمثل الايونات حجارة أو طوب هذا البناء الذى تمثل الرابط الايونية 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 في معظم الحالات هى القوى الكهروستاتيكية 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 الاتي :
- (أ) الرابطة الايونية .
 (ب) الرابطة الاسهامية .
 (ج) الرابطة الهيدروجينية .
- ٢/ علل لما ياتي :
- (أ) درجة انصهار كلوريد الصوديوم أعلى من درجة انصهار كلوريد الألومنيوم .
 (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 :
 CH_4 / ٤ Na_2O / ٣ NO / ٢ H_2 / ١
- (ب) يحتوى على رابطة إسهامية ثلاثية :
 $AlCl_3$ / ٤ NH_3 / ٣ HCN / ٢ H_2S / ١
- (ج) يحتوى على رابطة اسهامية ثنائية :
 HBr / ٤ $MgCl_2$ / ٣ CO_2 / ٢ K_2O / ١
- (د) يحتوى على رابطة تساندية :
 HCl / ٤ NH_4Cl / ٣ $CaCl_2$ / ٢ $SiCl_4$ / ١
- (هـ) يحتوى على زوج واحد من الالكترونات الحرة :
 H_2O / ٤ CH_4 / ٣ KCl / ٢ NH_3 / ١

الوحدة الرابعة

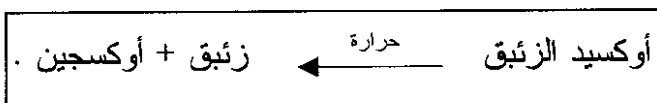
المعادلات الكيميائية

Chemical Equations

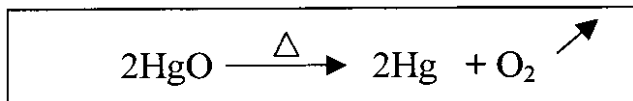
(٤ - ١) مقدمة :

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

توضح المعادلة اللفظية بالكلمات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عن التفاعل الكيميائي ، فمثلا المعادلة اللفظية 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 فانه يلجأ لاستخدام معادلة تظهر فيها تلك المواد معبرا عنها بالرموز والصيغ الكيميائية .



لقد اتضح لك الان من هذه المعادلة تركيب المواد الداخلة في هذه التفاعل الكيميائي والناجمة منه ولكن لاتزال هذه المعادلة الرمزية غير مقنعة تماما ، اذ لاتوضح كمية الطاقة الحرارية اللازمة لاجداث هذا التحلل ولاتشير الى معدل (سرعة) التفاعل الذى تم . ومن الواضح أن هذه معلومات لايمكن الحصول عليها الا من خلال التجريب ، إلا أن المعادلة الكيميائية الرمزية تعطى قدرا معقولا من المعلومات الكمية المتعلقة بالمواد المتفاعلة والناجمة من التفاعل .

(٤ - ٢) الشكل العام لكتابة المعادلات الكيميائية :

تتكون المعادلة من متفاعلات ونواتج مع مصطلحات رمزية اخرى . المتفاعلات هي المواد التى تدخل في التفاعل الكيميائي اما النواتج فهي المواد الناتجة عن التفاعل الكيميائي .

يمكن تلخيص السمات العامة للمعادلة الكيميائية فيما يلي :

- ١- يتم الفصل بين المتفاعلات والنواتج بواسطة سهم او اى علامات اخرى تشير الى التساوى بين المتفاعلات والنواتج (\rightarrow ، $=$ ، \rightleftharpoons) .
- ٢- تكتب المتفاعلات على الجانب الايسر والنواتج على الجانب الايمن من السهم او العلامة التى تشير الى التساوى . توضع علامة = بين كل من المتفاعلات والنواتج .

- ٣- توضع الشروط اللازمة لاجراء التفاعل (ان كان ذلك مطلوبا) أعلى أو أسفل السهم أو علامة التساوى . فمثلا العلامة $\xrightarrow{\Delta}$ فوق السهم تشير الى وجود الحرارة كشرط لحدوث التفاعل .

- ٤- تستخدم اعداد صحيحة امام المواد المتفاعلة والناجمة (مثلا : $2H_2O$) لوزن المعادلة ولتوضيح عدد الوحدات (ذرات ، جزيئات ، مولات ، أيونات) لكل مادة متفاعلة أو ناتجة . 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 ومعانيها

الرموز	معانيها
→	ينتج ، يعطى نواتج
=	تساوى ، توازن بين المتفاعلات والنواتج
↔	تفاعل عكوس
↑	غاز (يرسم السهم مباشرة بعد المادة المتصاعدة)
↓	صلب أو راسب (يرسم السهم مباشرة بعد المادة المترسبة)
(s)	صلب
(l)	سائل
(g)	غاز
Δ	حرارة
+	زائد
(aq)	محلول مائى

(٤ - ٣) وزن المعادلات :

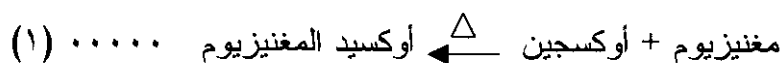
يجب في المعادلات الموزونة ان يكون عدد الذرات لكل عنصر من العناصر في أحد جانبي المعادلة مساويا لعددها في الجانب الاخر من المعادلة ، ذلك لان المادة لاتفنى ولا تستحدث من عدم اثناء التفاعلات الكيميائية (قانون حفظ الكتلة) . ينبغي الا يحدث تغيير للصيغة الجزيئية (او الذرية) عند محاولة وزن المعادلة .

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

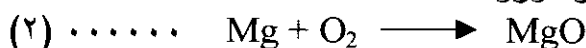


من الناحية التجريبية نجد أن وزنا من الحديد يساوى الوزن الذرى الغرامى (٥٥,٨ غرام) يتحد مع وزن من الكبريت يساوى الوزن الذرى الغرامى من الكبريت (٣٢ او ٣٢ غرام) لانتاج وزن من كبريتيد الحديد (II)

يساوى الوزن الجزيئى 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 جزيئى جرامى من كبريتيد الحديد (II) .
خذ مثلا التفاعل الذى يحدث عندما يحترق مغنيزيوم في الاوكسجين لتكوين أوكسيد المغنيزيوم .
معادلة التفاعل :

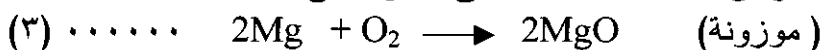


معادلة رمزية غير موزونة :



نقول المعادلة أعلاه أن وزنا من المغنيزيوم يساوى الوزن الذرى الجرامى للمغنيزيوم (٢٤,٣ جرام) يتفاعل مع وزن من الاوكسجين يساوى الوزن الجزيئى الجرامى للاوكسجين (٣٢,٠ جرام) لانتاج وزن من أوكسيد المغنيزيوم يساوى الوزن الجزيئى الجرامى لأوكسيد المغنيزيوم (٤٠,٣ جرام) . هذه النتيجة بالطبع غير صحيحة لانه عن طريق عملية جمع بسيطة تجد ان ٢٤,٣ جرام من المغنيزيوم مضافا اليها (٣٢,٠ جرام) من الاوكسجين لاتساوى ٤٠,٣ جرام من MgO .

ولكن اذا كتبت المعادلة على النحو التالى :



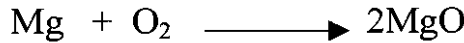
فاننا يمكن أن نقول ان وزنا من المغنيزيوم يساوى ضعف الوزن الذرى الجرامى للمغنيزيوم ($2 \times 24,3 = 48,6$ جرام) يتحد مع وزن من الاوكسجين يساوى الوزن الجزيئى الجرامى للاوكسجين (٣٢,٠ جرام) لينتج وزنا من اوكسيد المغنيزيوم يساوى ضعف الوزن الجزيئى الجرامى لأوكسيد المغنيزيوم ($2 \times 40,3 = 80,6$ جرام) يمكننا ان نلاحظ الآن ان مجموع أوزان المتفاعلات (٤٨,٦ جرام Mg + ٣٢,٠ جرام O_2 = ٨٠,٦ جرام) يساوى مجموع اوزان مكونات المادة الناتجة (٨٠,٦ جرام من MgO) .
إذن المعادلة (٣) أصبحت معادلة موزونة بينما المعادلة (٢) 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 جانبي
 المعادلة . فى هذه الحالة يجب ان نكون حذرين حتى لا يحدث تغيير فى تركيب
 اى مادة بتغيير صيغتها . . . فمثلا لانستطيع تغيير صيغة المركب MgO
 الى MgO_2 فقط من اجل وزن المعادلة . كما يجب الا نكتب صيغة غاز
 الاوكسجين هكذا : O بدلا من O_2 لان 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 .

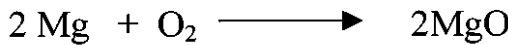
تتضح فى المعادلات الآتية الخطوات التى يمكن اتباعها للوصول الى
 معادلة موزونة :



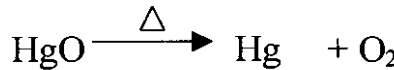
فى هذه المعادلة الاوكسجين غير موزون ، حيث توجد ذرتان منه فى
 الجانب الايسر بينما توجد ذرة واحدة منه فى الجانب الايمن .
 أما عندما نكتب :



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



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) :



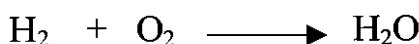
فى هذه الحالة الاوكسجين غير متوازن .
 لكن فى :



أصبح الأوكسجين متوازنا بوضع 2 امام HgO الان ذرات Hg غير متوازنة حيث توجد ذرتان منه على الجانب الأيسر من المعادلة فيما توجد ذرة واحدة منه على الجانب الأيمن .
غير أنه حين كتابة :



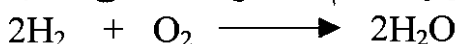
أصبحت المعادلة الان متوازنة . وضع 2 امام Hg يوازن المعادلة .
المثال (٣) :



في هذه المعادلة الأوكسجين غير متوازن



نتم موازنة ذرات الأوكسجين بوضع 2 امام H₂O ولكن أصبحت ذرات H الان غير متوازنة ، كم عدد ذرات H على كل جانب ؟



الان أصبحت المعادلة متوازنة . وضع 2 امام H₂ يوازن المعادلة .
المثال (٤) :



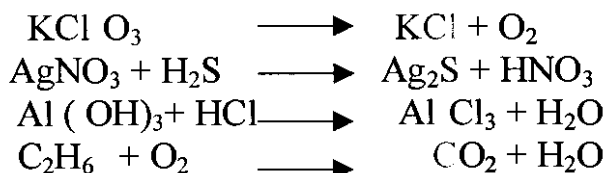
نتم موازنة H بوضع 2 امام H₂O



ولكن O غير متوازن . وضع 2 أمام O₂ يجعل ذرات O على الجانبين متساوية .



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



(٤ - ٤) قواعد كتابة وموازنة المعادلات :

لابد للمعادلة الكيميائية أن تكتب صحيحة وان تتم 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 والنواتجة من التفاعل معروفة .

٢/ تكتب صيغ المواد المتفاعلة على الجانب الأيسر بينما تكتب صيغ المواد الناتجة على الجانب الأيمن من المعادلة .

٣/ تأتي الآن مرحلة موازنة المعادلة باتباع الخطوات الآتية :
أ . مقارنة عدد ذرات كل عنصر على جانبي المعادلة وذلك لمعرفة العنصر الذي تكون ذراته غير متوازنة .

ب . تتم موازنة كل عنصر من العناصر غير المتوازنة واحدا بعد الآخر وذلك بوضع اعداد صحيحة امام صيغ المواد المحتوية على العنصر غير المتوازن ، بحيث يصبح عدد ذرات كل عنصر متساويا على جانبي المعادلة .

إن وضع عدد أمام صيغة المادة يعنى أن أى عنصر فى تلك المادة قد أصبح مضروبا فى ذلك العدد .

مثلا : $2H_2SO_4$ تعنى جزيئين من حامض الكبريت (VI)
[الكبريتيك] وتعنى أيضا أن لدينا ٤ ذرات H ، وذرتين S ، وثمان ذرات O .

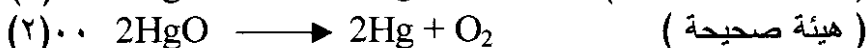
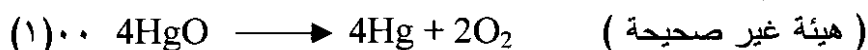
ج . تتم مراجعة كل العناصر فى المعادلة بعد محاولة موازنة أى عنصر من العناصر وذلك للنظر فيما إذا كانت موازنة ذلك العنصر قد أخلت بموازنة أى من العناصر الأخرى .

د . إن كانت المعادلة تحتوى على عنصرى H و O فمن الأفضل دائما أن تتم موازنة العناصر الأخرى فى المعادلة أولا ، ثم تتم موازنة H ، واخيرا O .

هـ . فى حالة وجود مجموعات أيونية مثل SO_4^{2-} تبقى على هيئتها دون

حدوث تغيير على تركيبها ، فإن هذه المجموعات تتم موازنتها كوحدة واحدة .

و • يجب ان تكون الأعداد المستخدمة لموازنة المعادلة في أصغر نسبها ما أمكن . مثال :- في المعادلة الاولى الاتية يمكن قسمة كل عدد من الاعداد الواردة على إثنين لتعطى المعادلة الثانية التى تكون فى الهيئة الصحيحة المناسبة .

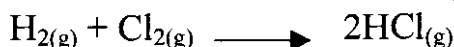


ما هى المعلومات التى تقدمها المعادلة الكيميائية ؟

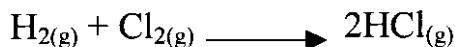
إن المعادلة الكيميائية الموزونة توفر المعلومات التالية :

- 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 الاوزان 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 جزيء واحد من غاز الهيدروجين لانتاج جزيئين من غاز كلوريد الهيدروجين . دعنا الآن نلخص كل المعلومات التى يمكن ان تزودنا بها المعادلة أعلاه في الجدول أدناه .

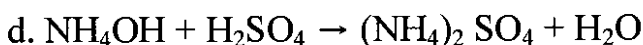
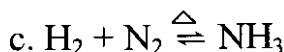
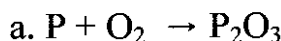


الهيدروجين	الكلور	كلوريد الهيدروجين
جزيء واحد	جزيء واحد	جزيئان
ذرتان	ذرتان	٢ ذرة H + ٢ ذرة Cl

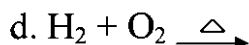
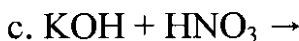
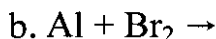
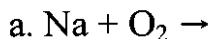
حاول الآن الاستفادة من معادلة أخرى للحصول على معلومات مماثلة للمعلومات أعلاه . عندما يحترق غاز البروبان C_3H_8 في الهواء فإن النواتج هي غاز CO_2 وبخار ماء H_2O .
أكتب المعادلة الكيميائية غير المتوازنة ثم وازنها لهذا التفاعل ثم استخلص منها المعلومات الممكنة في جدول مماثل للجدول أعلاه .

تمرين على الوحدة الرابعة

- ١- حول المعادلات اللفظية الآتية إلى معادلات رمزية موزونة :
 - أ- حديد + أوكسجين \rightarrow أوكسيد الحديد (Π) .
 - ب- بروم + هيدروجين \rightarrow بروميد الهيدروجين .
 - ج- هيدروكسيد الصوديوم + حامض الهيدروكلوريك \rightarrow كلوريد الصوديوم + ماء .
 - د- كربونات الكالسيوم $\xrightarrow{\Delta}$ أوكسيد الكالسيوم + ثاني أوكسيد الكربون .
 - هـ- كربون + أوكسجين $\xrightarrow{\Delta}$ ثاني أوكسيد الكربون .
- ٢- أوزن المعادلات الرمزية الآتية :



٣- أكمل وزن المعادلات الرمزية الآتية :



الوحدة الخامسة

قوانين الاتحاد الكيميائي

عندما تتحد المواد مع بعضها اتحاداً كيميائياً فإنها تتحول نتيجة لذلك الى مواد أخرى جديدة ذات خواص مختلفة وتسمى المواد المتحددة بالمواد المتفاعلة (المتفاعلات) بينما يطلق على المواد الجديدة المتكونة بالمواد الناتجة (المنتجات أو النواتج) وسوف نتناول في هذه الوحدة بعض القوانين التى تحكم الاتحاد الكيميائى بين المواد .

(٥ - ١) القانون الأول

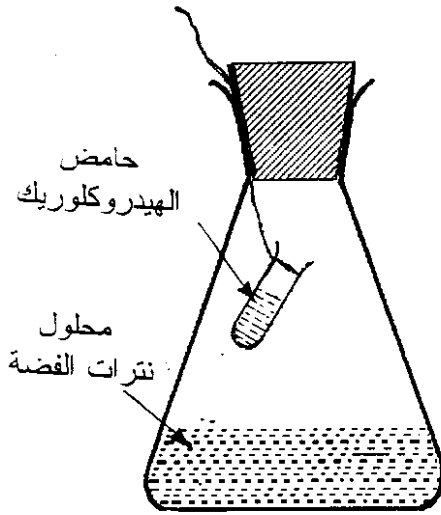
قانون بقاء الكتلة : Law of Conservation of Mass

تشير التجارب العديدة إلى أنه عند حدوث تغير كيميائى لا يحدث تغير في كتل المواد الناتجة عند مقارنتها بكتل المواد المتفاعلة .
وينص قانون بقاء الكتلة على هذه الحقيقة . إن الأمر المهم في هذا القانون هو أنه عند حدوث تفاعل كيميائى يمكن أن تتغير طريقة ارتباط الذرات ببعضها البعض ، إلا أنه لا تحدث زيادة أو نقصان في العدد الكلى للذرات قبل وبعد التفاعل .

فإذا بدأنا فى تفاعل ما بمائة مليون ذرة من الهيدروجين فانه وعند إنتهاء التفاعل سنجد أن عدد ذرات الهيدروجين سيظل مائة مليون لا أكثر ولا أقل . ربما يحدث تغيير في كيفية ارتباط تلك الذرات فقد تتحول الى ذرات هيدروجين حرة بدلا من كونها متحدة مع الاوكسجين في الماء مثلا ، إلا أن عددها سيظل ثابتا . يعنى هذا أن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوى مجموع كتل المواد الناتجة عن التفاعل الكيميائى .

للتعرف على العلاقة بين كتل المواد المتفاعلة وكتل المواد الناتجة من التفاعل دعنا نجرى التجربة الآتية :

الشكل رقم (٥ - ١)



ضع قليلا من محلول نترات الفضة في
دورق مخروطي صغير ثم ضع قليلا
من محلول حمض الهيدروكلوريك في
أنبوبة خاصة وعلقها بخيط داخل
الدورق كما هو موضح في الشكل
رقم (٥-١) ثم أوزن الدورق
بمحتوياته على ميزان مناسب .
دع المحلولين يختلطان وذلك بتحريك
الانبوبة 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 الى التعميم الآتي :

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

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

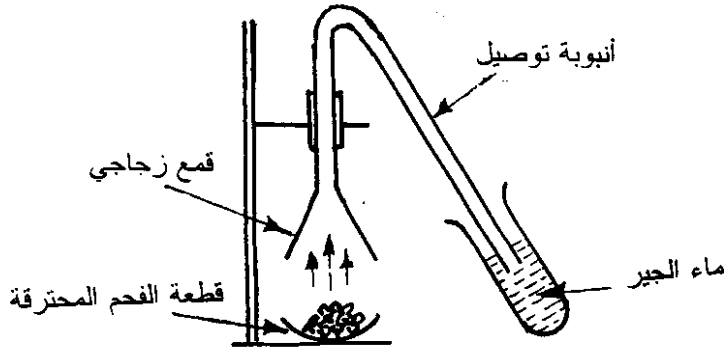
إذا لاحظت قطعة من الفحم تحترق متحولة الى كتلة صغيرة من الرماد قد يبدو لك ان هذه القطعة صغيرة قد فقدت جزءا كبيرا من كتلتها لانه عند مقارنة كتلة الفحم المحترقة وكتلة الرماد المتبقى بعد إنتهاء عملية الاحتراق تلاحظ ان الفرق بينهما واضح . فهل يعنى هذا أن الفحم عندما يحترق في الهواء يفقد جزءا من كتلته ؟

- ما هى المادة الاخرى 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 غطاءا 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 الاخرى المتفاعلة مع الفحم عند احتراقه .
- هل تنتج عن عملية احتراق الفحم في الهواء مادة اخرى بالإضافة الى الرماد المتخلف ؟

إجر التجربة الاتية :

نكس قمعا زجاجياً فوق قطعة الفحم المحترقة بحيث لا تمنع وصول الهواء اليها ، وقم بتوصيل القمع بانبوبة توصيل يدخل طرفها الاخر 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 أى تغير في ماء الجير ؟
- ما الذى حدث لماء الجير ؟
- كيف تفسر ما حدث لماء الجير ؟
- إذن ما هى المادة الاخرى الناتجة عن عملية احتراق الفحم بالاضافة الى الرماد ؟
- هل يمكنك الآن كتابة معادلة رمزية موزونة لاحتراق الكربون في الهواء ؟
- اذن ما الذى يمكن ان تستنتجه من هذه التجربة اذا استطعت معرفة كتل المواد المتفاعلة وكتل المواد الناتجة من عملية احتراق الفحم ؟
- هل يتفق هذا الاستنتاج مع ما خلصت اليه من إستنتاج في التجربة السابقة (تجربة تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول حمض الهيدروكلوريك) ؟

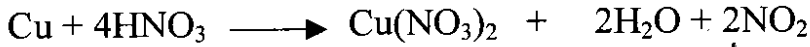
(٥ - ٢) القانون الثاني :

قانون النسب الثابتة : Law of Constant Composition

يمكنك اجراء التجريبتين التاليتين فى المختبر المدرسى تحت اشراف مدرسك إذا كانت الظروف تسمح بذلك .

التجربة الأولى : تحضير ثلاث عينات من أوكسيد النحاس .

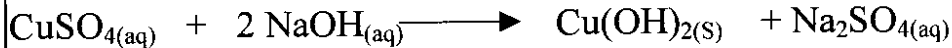
العينة (أ) : ضع شريطا نظيفا من النحاس فى بوتقة واسعة ، وبحذر شديد أضف اليها محلول حمض النتريك المركز نقطة فنقطة حتى يذوب النحاس . ستلاحظ تصاعد غاز بنى اللون } وهو غاز سام لذا ينبغى ابتعاد التلاميذ عن التجربة عند اجرائها أو اجراء هذه التجربة فى دولاى الابخرة (خزانة الابخرة إن وجدت) { كما ستلاحظ ظهور محلول أخضر فى البوتقة .
المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل :



- ما أسم الغاز البنى المتصاعد ؟ ٠٠٠٠ ما هو المحلول الأخضر ؟
 - سخن المحلول الناتج لدرجة الغليان حتى تتخلف مادة صلبة خضراء . إستمر فى التسخين حتى يتوقف تصاعد الأبخرة البنية . ويتحول الصلب الأخضر الى مادة سوداء اللون . الصلب الاسود المتبقى هو العينة الاولى المراد الحصول عليها من أوكسيد النحاس (II) .
 - ما الذى حدث للمادة الخضراء الناتجة عند تسخينها بشدة ؟ لقد تحللت تلك المادة بفعل الحرارة إلى المادة الصلبة وإلى الغاز البنى المتصاعد .
- معادلة التحلل :**



العينة (ب) : ضع قليلا من محلول كبريتات النحاس (II) فى كأس واضف اليه فائضا من محلول الصودا الكاوية (محلول هيدروكسيد الصوديوم) يتكون راسب أزرق جلاتنى 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 الى بوتقة احتراق وسخنه للتخلص من آثار الرطوبة واحتفظ به جافا .
أكتب معادلة كيميائية لتوضيح تحلل الراسب الأخضر الذى أدى الى تكون الأوكسيد الاسود .

العينه (ج) : ضع قليلا من كربونات النحاس (II) في بوتقة جافة وسخنها بهدوء. تتحلل كربونات النحاس الخضراء اللون الى مادة سوداء ويتصاعد غاز ثاني أوكسيد الكربون . كيف يمكنك الكشف عن غاز ثاني أوكسيد الكربون ؟
- اكتب معادلة كيميائية لتوضيح عملية التحلل التى حدثت
المادة السوداء المتكونة هي اوكسيد النحاس (II) . احتفظ بالاكسيد المتكون جافا.

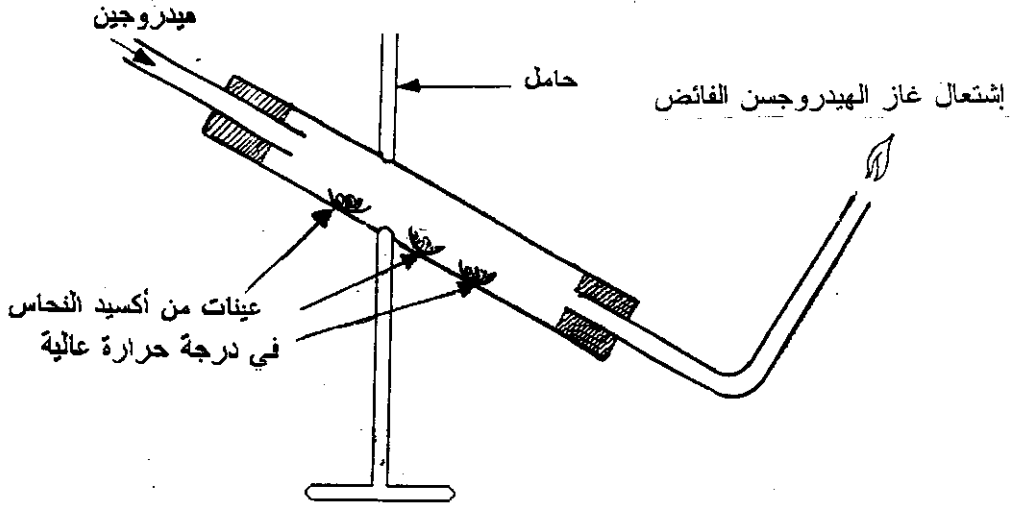
التجربة الثانية :

تحلل العينات الثلاث من اوكسيد النحاس التى تم تحضيرها بتسخينها مع غاز الهيدروجين .
ملحوظة هامة : (أن اجراء هذه التجربة يتطلب احتياطات عديدة لذا يجب الحذر عند اجرائها) .

زن ثلاثة زوارق خزفية . ضع في كل زورق ١ - ١ ½ جرام من أحد عينات اوكسيد النحاس التى تم تحضيرها في التجربة السابقة . زن كل زورق من الزوارق الثلاثة بمحتوياتها . ضع الزوارق الثلاثة في أنبوبة زجاجية قوية تتحمل التسخين لدرجات الحرارة العالية .
تنبيه :

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

الشكل رقم (٥ - ٣)
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 (ينبغي الحذر عند اشتعال الهيدروجين حتى لا يحدث انفجارا) . ستلاحظ أن تغيرا قد بدأ يحدث لأكسيد النحاس (وهي مادة ذات لون اسود) في الزوارق الثلاثة . يمكنك عندئذ ايقاف التسخين لان التفاعل ستتولد عنه طاقة حرارية تكفي لاستمراره . ستلاحظ ان أكسيد النحاس (اسود اللون) قد بدأ يتحول الى النحاس (الاحمر اللون) . ستلاحظ أيضاً ان بعضاً من قطرات الماء بدأت تتكثف على الزورق (ج) وهو الطرف الاقل تسخيناً 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) الى النحاس الاحمر اللون ، دع الانبوبة الزجاجية بمحتوياتها تبرد ، ثم زن الزوارق الثلاثة بما تحتويه من نحاس . أحسب النسب المئوية لكتلة كل من النحاس والاكسجين كل عينة من العينات الثلاثة لأوكسيد النحاس على النحو التالي :

- كتلة الزورق وهو خال = و١ جرام
- كتلة الزورق + عينة لوكسيد النحاس = و٢ جرام
- كتلة أوكسيد النحاس = و٢ - و١ = ن جرام
- كتلة الزورق + كتلة النحاس الناتج = و٣ جرام
- كتلة النحاس الناتج = و٣ - و١ = م جرام
- كتلة الاوكسجين الذى كان متحدا مع النحاس = ن - م = هـ جرام
- نسبة كتلة النحاس فى العينة = $\frac{ن}{م} \times 100 = 100.00\%$

$$- \text{نسبة كتلة الاوكسجين فى العينة} = \frac{هـ}{ن} \times 100 = 100.00\%$$

بعد اجراء هذه العمليات الحسابية على عينات الاوكسيد الثلاث . ماذا تلاحظ عن النسبة المئوية لكتلة كل من النحاس والاكسجين فى كل عينة من عينات اوكسيد النحاس الثلاث ؟ ستلاحظ وفي حدود اخطاء التجريب المقبولة - أن النسبة المئوية لكتلة كل من النحاس والاكسجين فى عينات اوكسيد 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)	
٢,٧٠	٢,٥٠	٣,٥٠	كتلة الزورق (بالجرام)
٤,١٤	٣,٦٥	٤,٧٥	كتلة الزورق + كتلة اوكسيد النحاس
٣,٨٥	٣,٤٢	٤,٥١	كتلة الزورق + كتلة النحاس
١,١٥	٠,٩٢	١,٠١	كتلة النحاس
٠,٢٩	٠,٢٣	٠,٢٤	كتلة الأوكسجين

∴ النسبة المئوية لكتلة النحاس في أكسيد النحاس

العينة (أ)	العينة (ب)	العينة (ج)
$100 \times \frac{1,01}{1,25}$	$100 \times \frac{0,92}{1,15}$	$100 \times \frac{1,15}{1,44}$
$\% 80,8 =$	$\% 80,0 =$	$\% 79,9 =$

∴ النسبة المئوية لكتلة الأوكسجين في أكسيد النحاس

العينة (أ)	العينة (ب)	العينة (ج)
$100 \times \frac{0,24}{1,25}$	$100 \times \frac{0,23}{1,15}$	$100 \times \frac{0,29}{1,44}$
$\% 19,2 =$	$\% 20,0 =$	$\% 20,1 =$

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 والاكسجين) وبنسب وزنية ثابتة . يمكنك الآن تعميم الاستنتاج السابق وصياغته على النحو التالي :

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

وهذا ما يعرف بقانون النسب الثابتة .

(٥ - ٣) القانون الثالث :

قانون النسب المضاعفة : Law of Multiple Proportions

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

تجربة أخرى :

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

- (١) أحسب كتلة الأوكسجين المتحد مع النحاس في كل حالة ؟
- (٢) أحسب كتلة النحاس الذي يتحد مع ١٠٠ جرام من الأوكسجين في كل من الأوكسيدين ؟
- (٣) انسب كتلة النحاس المتحد مع ١٠٠ جرام من الأوكسجين في الأوكسيد الأول الى كتلة النحاس المتحد مع ١٠٠ جرام من الأوكسجين في الأوكسيد الثاني أيضاً .
- (٤) ماذا تستنتج من هذه النتائج ؟

الحل :

- (١) كتلة الأوكسجين المتحد مع ٢,٥٣ جرام من النحاس في عينة الأوكسيد الأول = $2,85 - 2,53 = 0,32$ جرام .
- كتلة الأوكسجين المتحد مع ١,٥٢ جرام من النحاس في عينة الأوكسيد الثاني = $1,90 - 1,52 = 0,38$ جرام
- (٢) ٠,٣٢ جرام من الأوكسجين اتحدت مع ٢,٥٣ جرام نحاس في الأوكسيد الأول

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

٠,٣٨ جرام من الأوكسجين اتحدت مع ١,٥٢ جرام نحاس في الأوكسيد الثاني .

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

= ٤٠٠ جرام نحاس .

(٣) كتلة النحاس في الأوكسيد الأول المتحد مع ١٠٠ جرام أوكسجين إلى كتلة النحاس في الأوكسيد الثاني المتحد مع ١٠٠ جرام أوكسجين = ٧٩٠,٦ : ٤٠٠ = ١:٢ (تقريباً) .

هذا يعنى إن نسبة كتلتى النحاس المتحد مع كتلة ثابتة من الأوكسجين (١٠٠ جرام) تساوى ١:٢ .

يعنى هذا الاستنتاج إن نسبة كتلتى النحاس الذى يتحد مع كتلة ثابتة من الأوكسجين (١٠٠ جرام) لتكوين مركبين مختلفين (أوكسيدى النحاس)، هى نسبة عددية بسيطة و صحيحة (١:٢) .

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 أكاسيدها ، ويتضح من الجدول رقم (٥ - ١) أن النسبة بين كتلتى الأوكسجين مع كتلة ثابتة من الفلز هى نسبة عددية بسيطة وصحيحة .

الجدول رقم (٥ - ١)

النسبة بين كتل الأوكسجين المتحددة مع كتلة ثابتة من بعض الفلزات

الفلز	الأكاسيد	كتلة الأوكسجين المتحددة مع ١٠٠ جرام من الفلز	النسبة بين كتلتى الأوكسجين	تحويل النسبة الى اصغر عدد صحيح
الرصاص Pb	PbO	٧,٨٠	١,٠٠	١
	PbO ₂	١٥,٦٠	٢,٠٠	٢
الحديد Fe	FeO	٢٩,٦٠	١,٠٠	٢
	Fe ₂ O ₃	٤٤,٢٠	١,٥٠	٣
النحاس Cu	Cu ₂ O	١٢,٦٠	٠,٥٠٠	١
	CuO	٢٥,٢٠	١,٠٠	٢

حاول أن تقارن بين نسبة كتلتى 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 (٥ - ١) مستمدة من تجارب معملية) .

مثال اخر لتوضيح قانون النسب المتضاعفة

يحتوى كبريتيد الحديد (III) على ٤٦,٣ ٪ بالوزن كبريت و ٥٣,٧ ٪ بالوزن حديد ، بينما يحتوى كبريتيد الحديد (II) على ٣٦,٥٠ ٪ بالوزن كبريت و ٦٣,٥٠ ٪ بالوزن حديد .

i. أحسب كتلة الكبريت الذى يتحد مع جرام واحد من الحديد في كل من المركبين .

ii. أنسب كتلة الكبريت الذى يتحد مع جرام واحد من كبريتيد الحديد (III) الى كتلة الكبريت الذى يتحد مع جرام واحد من الحديد في كبريتيد الحديد (II) .

الحل :

فى ١٠٠ جرام من كبريتيد الحديد (III) يتحد ٤٦,٣٠ جرام كبريت مع ٥٣,٧٠ جرام حديد ،
 $\therefore \frac{46,30}{53,70}$ جرام كبريت تتحد مع واحد جرام حديد

أى أن ٠,٨٦٢ جرام كبريت يتحد مع واحد جرام حديد .
 كذلك فإن كتلة الكبريت الذى يتحد مع ١ جرام حديد في كبريتيد الحديد (II) $= \frac{36,50}{63,50} = 0,575$ جرام

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

= $\frac{0,862}{0,575} = \frac{3}{4}$ ، وهى نسبة عددية بسيطة
 ∴ تتفق هذه النتيجة مع قانون النسب المضاعفة .

مثال ثالث :

وجد أن ١٠٠ جرام من الكبريت تتحد مع ١٤٦,٤ جرام من الاوكسجين لتكون المركب A ، وتحت ظروف أخرى تتحد 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 فى هذه الحالة مقارنة كتلتي الاوكسجين في المركبين أى :

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

$$\frac{3}{4} = \frac{1,50}{1,00} \text{ (بالتقريب)} = \frac{146,4}{97,8} =$$

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

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 ؟

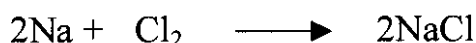
٢/ يحتوى أوكسيد الكالسيوم CaO على ٧١,٥ ٪ من كتلته كالسيوم ، كم تكون كتلة أوكسيد الكالسيوم المحتوية على ٨٠,٣٥ جرام كالسيوم ؟

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

٤/ يتفاعل الفلز M مع الاوكسجين مكونا الاوكسجين A و B ، ٣,٠٠ جرام من كل من الاوكسجين 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 للاوكسيد B هى MO فما هى الصيغة الكيميائية للاوكسيد A .

٥/ يتفاعل غاز الكلور Cl_2 مع الصوديوم Na ليتكون ملح الطعام NaCl حسب المعادلة الاتية :



ماذا يحدث إذا أضيفت ٦٠,٧ جرام من الكلور إلى ٤٦,٢ جرام من الصوديوم ؟ (الوزن الذرى للصوديوم = ٢٣ ، الوزن الذرى للكلور = ٣٥,٥)

٦/ في مركب النشادر NH_3 ، يوجد النيتروجين بنسبة ٨٢,٣٥ ٪ كتلة ، أما مركب الهيدرازين N_2H_4 فيحوى ٨٧,٥٠ ٪ 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 تعثر عليها منفردة ، وستجد أن الصوديوم يوجد متحدا مع غيره من العناصر مكونا مركبات كيميائية مختلفة .

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

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

- ما التفاعل الكيميائي ؟

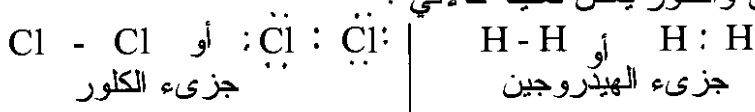
هو تفاعل تتم فيه إعادة ترتيب الذرات وارتباطها ببعضها البعض وينتج عن المواد المتفاعلة مواد مختلفة في خواصها الكيميائية عن المواد الأصلية أو المتفاعلات . ولكي يتم التفاعل الكيميائي لا بد أن يتم تكسير روابط كيميائية قائمة وتكوين روابط جديدة .

مثال :

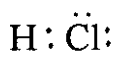
يتفاعل الهيدروجين مع الكلور عادة بوجود ضوء الشمس لتكوين مركب كلوريد الهيدروجين . فماذا يحدث لكل من الهيدروجين والكلور ؟ وكيف ينتجا كلوريد الهيدروجين ؟

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

من الهيدروجين والكلور وهو ١ و ١٧ على الترتيب فإذا كلا من جزئى الهيدروجين والكلور يمكن تمثيله كالآتي :

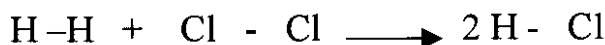


أما جزئى كلوريد الهيدروجين فيمكن تمثيله كالآتي :



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

لكى يتم ذلك لابد من كسر الرابطة بين ذرتى الهيدروجين في جزئى الهيدروجين (H₂) وذرتى الكلور في جزئى الكلور (Cl₂) وبالتالي يمكن لذرة الهيدروجين أن ترتبط بذرة الكلور لتكوين جزئى كلوريد الهيدروجين (HCl) .



ما عدد جزيئات كلوريد الهيدروجين التى تنتج من تفاعل جزئ واحد من الهيدروجين (H₂) وجزئ واحد من الكلور (Cl₂) ؟
من المثال السابق يمكن أن نستنتج أن التفاعل الكيميائى يتضمن تكسير روابط قائمة وتكوين روابط جديدة . أى أن الروابط السابقة كانت (H - H) فى جزيئات الهيدروجين والروابط (Cl - Cl) فى 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 ارتباط الذرات بشكل جديد عن الروابط السابقة فى كل تفاعل كيميائى .

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

- أ- مثل بالرسم كلا من جزيئات المتفاعلات والنواتج .
- ب- كم عدد ذرات الهيدروجين التى تتحد مع ذرات الاوكسجين لتكون جزيء الماء ؟
- ج- ما نوع الروابط التى نشأت في حالة تكوين جزيء الماء ؟
- د- هل تتشابه صفات كل من الاوكسجين والهيدروجين مع صفات جزيء الماء ؟

سبق أن درست الروابط الكيميائية التى تحدث بين الذرات أو المجموعات الذرية وعرفت أن هنالك أنواعا مختلفة من الروابط الكيميائية تحدث بين ذرات العناصر ولهذا فهناك تفاعلات يمكن أن تنتج نتيجة لانتقال الالكترونات بالكامل من ذرة لآخرى وتكون أيونات موجبة وسالبة ومن ثم تتجاذب هذه الايونات مكونة المركبات .

مثال :

تفاعل الصوديوم مع الكلور لتكوين كلوريد الصوديوم . كيف يتفاعل الصوديوم مع الكلور إذا كان الرقم الذرى لكل منهما ١١ و ١٧ على الترتيب ؟ ومن ناحية أخرى فان هناك نوعا آخر من التفاعلات لا يتم فيه انتقال كامل للالكترونات من ذرة لآخرى ولكن تتم فيه المشاركة الالكترونية بين الذرات المكونة للمركب .

مثال :

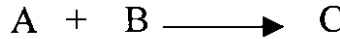
- تفاعل الاوكسجين مع الكربون لتكوين ثانى أوكسيد الكربون . كيف يتفاعل الاوكسجين مع الكربون لتكوين ثانى أوكسيد الكربون ؟
- ومما تقدم يبرز لنا جليا أن هناك أنواعا مختلفة من التفاعلات منها :
- أ- ما يتم فيه انتقال كامل للالكترونات من ذرة أو مجموعة ذرية إلى أخرى .
 - ب- تفاعلات تؤدي الى نواتج تتضمن المساهمة الالكترونية كليا أو جزئيا 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 اتحاد مادتين أو أكثر لتكوين مادة واحدة ويمكن أن يرمز لهذا النوع من التفاعلات بالآتي :



وينقسم هذا النوع من التفاعلات الى عدة أنواع أهمها :

أ/ اتحاد عنصرين لتكوين مركب :

كبريت + أوكسجين $\xrightarrow{\text{حرارة}}$ ثاني أوكسيد الكبريت



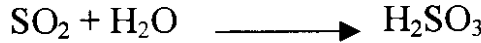
ب/ اتحاد عنصر ومركب لتكوين مركب :

ثاني أوكسيد الكبريت + أوكسجين $\xrightarrow{\text{حرارة}}$ ثالث أوكسيد الكبريت

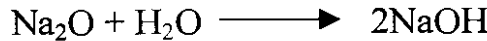


ج/ اتحاد مركبين لتكوين مركب جديد :

ثاني أوكسيد الكبريت + ماء \longrightarrow حمض الكبريت (IV)

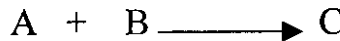


أوكسيد الصوديوم + ماء \longrightarrow هيدروكسيد الصوديوم



وتلاحظ أن كل تفاعلات الاتحاد يمكن التعبير عنها بالمعادلة الرمزية

الآتية :



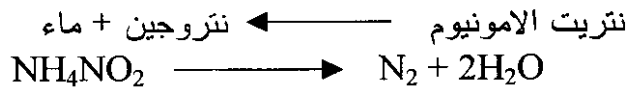
حيث يمكن لكل من A و B أن يكون عنصرا أو مركبا أما (C) فهو في كل الحالات مركب .

(٢) تفاعلات التحلل : Decomposition

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

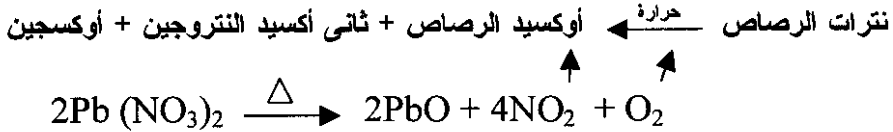
(أ) التحلل البسيط : Simple Decomposition

وفيه يتم تحلل المركب الكيميائي عند درجة الحرارة العادية مثل تحلل مادة نترات الامونيوم عند درجة الحرارة العادية الى نتروجين وماء ، ويرمز الى تفاعلات التحلل عامة بـ :



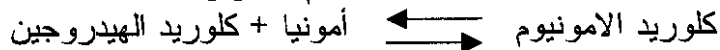
(ب) التحلل الحرارى : Thermal Decomposition

ويقصد به تحلل المركب الكيميائي الى مكونات أبسط بالتسخين مثال :



(جـ) التفكك الحرارى : Thermal Dissociation

حيث يتم فيه تحلل المركب الكيميائي بالحرارة الى مكونات أبسط : ولكن إذا بردت المواد الناتجة تتحد مرة أخرى لتكون المادة الاولى مرة ثانية مثل تفكك مركب كلوريد الامونيوم بالحرارة :





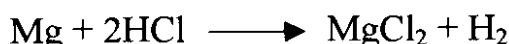
(٣) التبادل البسيط (الأراحة) : Simple Displacement

ويقصد به أن يحل عنصر ما محل عنصر آخر في مركب من المركبات ويرمز اليه بالرمز بـ :

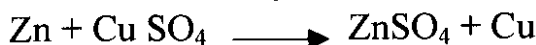


مثال : يمكن لبعض الفلزات أن تحل محل الهيدروجين في بعض الاحماض أو يمكن لفلزات أن تحل محل فلزات أخرى في مركباتها مثال فلز الخارصين الذي يحل محل فلز النحاس في أملاحه .

١- الماغنيزيوم + حامض الهيدروكلوريك \longrightarrow كلوريد الماغنيزيوم + هيدروجين



٢- خارصين + كبريتات النحاس \longrightarrow كبريتات الخارصين + نحاس



٣- يوديد البوتاسيوم + الكلور \longrightarrow كلوريد البوتاسيوم + اليود



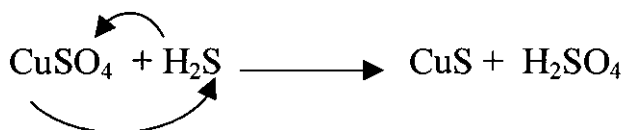
(٤) التبادل المزدوج : Double Decomposition

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



مثال : تفاعل كبريتات النحاس مع غاز كبريتيد الهيدروجين ، حيث يحدث تبادل مزدوج كما هو موضح في المعادلات التالية :

كبريتات النحاس + كبريتيد الهيدروجين \longrightarrow كبريتيد النحاس + حامض الكبريت (VI)



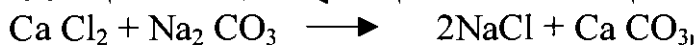
وفيما يلي أمثلة لهذا النوع من التفاعلات :

(أ) تفاعلات الترسيب : Precipitation

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

وتستخدم تفاعلات الترسيب لتحضير المركبات أو الاملاح غير القابلة للذوبان في الماء . مثلا يمكن ترسيب كربونات الكالسيوم بإضافة محلول كلوريد الكالسيوم الى محلول كربونات الصوديوم .

كلوريد الكالسيوم + كربونات الصوديوم \longrightarrow كلوريد الصوديوم + كربونات الكالسيوم



(والسهم الذى يشير الى أسفل يعني أن المادة غير قابلة للذوبان) .

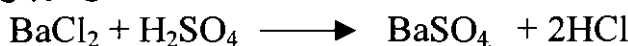
واليك أمثلة أخرى لتحضير المواد بطريقة الترسيب .

(١) نترات الفضة + كلوريد الصوديوم \longrightarrow نترات الصوديوم + كلوريد الفضة



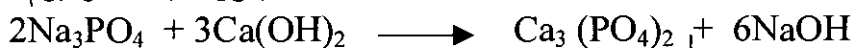
(٢) كلوريد الباريوم + حمض الكبريت (VI) \longrightarrow كبريتات الباريوم + حمض الهيدروكلوريك

المخف



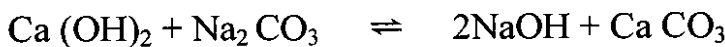
(٣) فوسفات الصوديوم + هيدروكسيد الكالسيوم \longrightarrow فوسفات الكالسيوم + هيدروكسيد الصوديوم

هيدروكسيد الصوديوم



(٤) هيدروكسيد الكالسيوم + كربونات الصوديوم \longrightarrow هيدروكسيد الصوديوم + كربونات الكالسيوم

كربونات الصوديوم



(ب) تفاعلات التعادل Neutralization :

هى تفاعلات الأحماض والقواعد بالكميات المناسبة لتكوين الاملاح والماء .

ولاجراء تفاعلات التعادل نحتاج إلى :

الأدوات : ماصة ، سحاحة ، ورق معايرة

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

الطريقة :

١/ بواسطة ماصة خذ حجماً معلوماً (٢٥سم^٣) من محلول هيدروكسيد الصوديوم في ورق 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 .

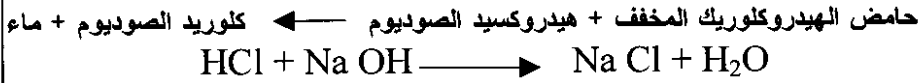
٤/ أملأ السحاحة بالحامض حتى العلامة الدالة على السعة وسجل النقطة التى تبدأ منها قراءة السحاحة .

٥/ ضع ورق المعايرة ومحتوياته أسفل السحاحة ثم أضف الحامض الى محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتدريج مع تحريك أو رج ورق المعايرة عند إضافة قطرات الحامض ، حتى لحظة تحول اللون الى الاحمر .

٦/ تعرف النقطة التى يحدث عندها التحول في لون الدليل بنقطة التعادل . ويعرف التفاعل الذى حددنا بواسطته حجم الحامض الذى يتفاعل مع كمية معينة من القلوى بتفاعل التعادل .

المحلول الذى حصلنا عليه في ورق المعايرة محلول متعادل تقريباً يميل الى الحامضية قليلاً .

معادلة التعادل :



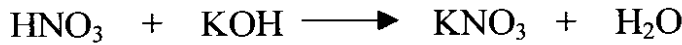
٧/ كرر العملية السابقة وفي هذه المرة خذ نفس كمية القلوى وأضف اليها كمية من حامض أقل من الكمية السابقة بمقدار ٢ سم^٣ مع التحريك المستمر للدورق . الآن إستمر في إضافة الحامض قطرة قطرة الى أن يتحول اللون الازرق الى اللون الاحمر بواسطة قطرة واحدة .

٨ / حَدد كمية الحامض المستعملة في التفاعل .

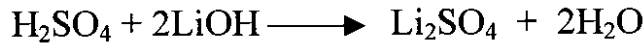
٩ / أعد التجربة للمرة الثالثة للتأكد من نقطة النهاية أو نقطة التعادل .

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

لمزيد من التوضيح فيما يلي تفاعلات بعض الأحماض مع بعض القواعد :
حامض النتروجين (V) + هيدروكسيد البوتاسيوم \longrightarrow نترات البوتاسيوم + ماء

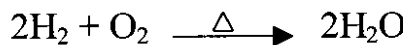
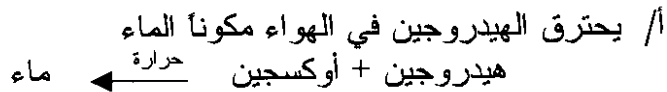


حامض الكبريت (VI) + هيدروكسيد الليثيوم \longrightarrow كبريتات الليثيوم + ماء



(٥) تفاعلات الأكسدة والاختزال :

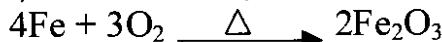
تلاحظ أن هناك نوعاً من التفاعلات تتحد فيه العناصر المختلفة مع عنصر الاوكسجين مكونة ما يعرف بالاكاسيد .
مثال :



مثال آخر :

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

حديد + أوكسجين $\xrightarrow{\text{حرارة}}$ أوكسيد الحديد (III)



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

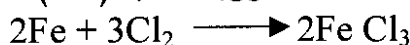
أمثلة :

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



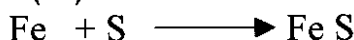
د/ يتحد الحديد مع الكلور مكوناً كلوريد الحديد (III)

الحديد + الكلور \longrightarrow كلوريد الحديد (III)



هـ/ يتحد الحديد مع الكبريت مكوناً كبريتيد الحديد (II)

الحديد + الكبريت \longrightarrow كبريتيد الحديد (II)



و/ كما يتحد الصوديوم مع عنصر الكلور مكوناً كلوريد الصوديوم

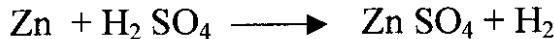


ز/ تتفاعل الفلزات مثل الماغنيزيوم والخاصين مع الاحماض مثل حامض
الكبريت (VI) والهيدروكلوريك المخففين بحيث يزيح الفلز هيدروجين
الحامض وفقاً للمعادلات الآتية :

ماغنيزيوم + حامض الهيدروكلوريك (المخفف) \longrightarrow كلوريد الماغنيزيوم + هيدروجين



خاصين + حامض الكبريت (VI) (المخفف) \longrightarrow كبريتات خاصين + هيدروجين



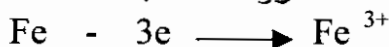
ح/ ويتفاعل الخارصين مع كبريتات النحاس ويزيح الخارصين فلز النحاس كما في المعادلة التالية :

خارصين + كبريتات نحاس \longrightarrow كبريتات خارصين + نحاس

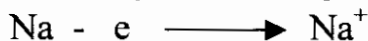


- فما أوجه الشبه بين كل التفاعلات السابقة ؟
- كيف يمكن تفسير تفاعلات التأكسد والاختزال بحيث تشمل كل الامثلة السابقة ؟
- هل يمكن ان نفسر ذلك إذا رجعنا الى إنتقال الالكترونات بين الذرات المتفاعلة ؟

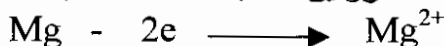
يمكن ملاحظة أن ذرات الهيدروجين والحديد والصوديوم والماغنيزيوم والخارصين كانت محايدة في شحناتها الكهربائية قبل التفاعل الكيميائي ولكنها تحولت الى أيونات موجبة ، مما يعنى أنها فقدت الكترونات . فعندما يتفاعل الحديد مع الاوكسجين أو الكلور لتكوين أوكسيد أو كلوريد الحديد (III) تفقد كل ذرة من ذراته ثلاثه الكترونات حسب المعادلة التالية :



كذلك الحال مع الصوديوم ، فعندما تتفاعل ذرته المحايدة المتعادلة مع الاوكسجين أو الكلور فانها تفقد الكتروناً واحداً حسب المعادلة التالية :



ويحدث نفس الشئ مع الماغنيسيوم والخارصين فكل منها عندما يتفاعل يفقد الكترونين حسب المعادلة التالية :

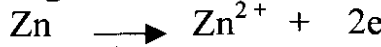
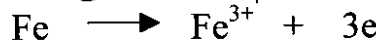


يمكن تعريف التأكسد على ضوء التفاعلات السابقة ، بأنه التفاعل الذى

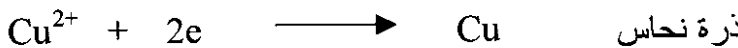
تتم فيه :

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

- ٢- أو نزع الهيدروجين من الجزيئات أو الايونات أو المجموعات الذرية .
 ٣- أو فقدان الالكترونات من الجزيئات أو الايونات أو الذرات أو المجموعات الايونية . وعليه فيمكن أن نقول أن ذرات الهيدروجين والحديد والصوديوم والماغنيزوم والخاصين 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 الى الجانب الاخر أى الى الذرات أو الايونات أو المجموعات الذرية المتفاعلة مع هذه العناصر السابقة مثل الاوكسجين والكلور والكبريت وأيون النحاس الموجب ، تلاحظ أن الالكترونات التى تفقدها العناصر السابقة تكتسبها ذرات الكلور أو الاوكسجين أو الكبريت أو أيون النحاس (II) الموجب مكونة أيونات سالبة أو ذرات محايدة حسب المعادلات الآتية :



∴ فقد تحولت ذرات O , Cl , S لايونات سالبة ، أما أيون النحاس (II) الموجب فقد تحول الى ذرة النحاس المحايدة (المتعادلة) .

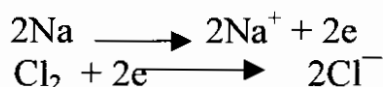
تلاحظ أنه يمكن تطبيق مفهوم انتقال الالكترونات (اكتساب الالكترونات) على هذه الذرات ، أو الأيونات أو الجزيئات أو المجموعات الذرية ، وهو ما يعرف بعملية الاختزال التى تعد عملية معاكسة لعملية الأكسدة ، وعليه يمكن تعريف الاختزال بأنه التفاعل الذى يتم فيه :

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

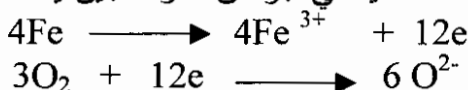
٢/ أو نزع الأوكسجين من الجزيئات أو الايونات أو المجموعات الذرية

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

ونلاحظ أن عمليتي فقدان واكتساب الالكترونات عمليتان متعاكستان متلازمتان لابد من حدوثهما في نفس الوقت ، ففي الوقت الذي يفقد فيه جانب الالكترونات لابد من وجود جانب آخر يكتسب هذه الالكترونات . أى أنه عند حدوث عملية تأكسد لابد من حدوث عملية إختزال في نفس الوقت ولذلك نقول أن عمليتي التأكسد والاختزال عمليتان متلازمتان .ويمكن الجمع بين عمليتي التأكسد والاختزال في معادلة واحدة كما يلي :



بالجمع : $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$
كذلك عند تأكسد الحديد في جو من الاوكسجين يحدث الاتى :



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

وتصبح الصيغة النهائية كما يلي :



في المعادلات السابقة نلاحظ أنه عندما تتأكسد ذرات الصوديوم والحديد بفقد الالكترونات والتحول الى أيونات موجبة تختزل ذرات الكلور والاكسجين الى أيونات سالبة وهذا يؤكد أن عمليتي التأكسد والاختزال عمليتان متعاكستان وتلازمان .

العامل المؤكسد والعامل المختزل :

العامل المؤكسد هو عبارة عن مادة (قد تكون ذرة أو جزيئاً أو أيونا أو مجموعة أيونية) لها المقدرة على إضافة الاوكسجين أو إنتزاع الهيدروجين أو إكتساب الالكترونات في أى تفاعل من التفاعلات . فذرات الكلور والاكسجين والكبريت وأيونات النحاس في الامثلة السابقة تكتسب الالكترونات أثناء التفاعل الكيميائى . ونلاحظ أن هذه الذرات أو الايونات تختزل في نفس الوقت الذى تلعب فيه دور العامل المؤكسد ، وعكس ذلك يمكن أن يقال في حالة العامل المختزل .

تمارين على الوحدة السادسة

١/ عرف المصطلحات الآتية :

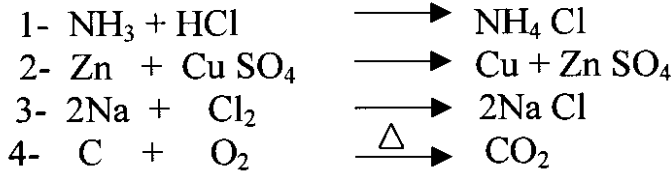
- أ- التفاعل الكيميائي ب- التحلل الحرارى
ج- التاكسد د- الازاحة
هـ- العامل المؤكسد

٢/ بمعادلة رمزية موزونة مثل لكل من التفاعلات الآتية :

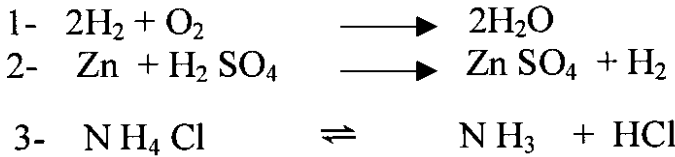
- أ- التفكك الحرارى ب- الاتحاد البسيط
ج- التاكسد والاختزال د- التبادل المزدوج هـ- التعادل
٣/ يتفاعل الكالسيوم ورقمه الذرى (٢٠) مع الفلور ورقمه الذرى (٩) لتكوين مركب فلوريد الكالسيوم . بين :
أ- بالرسم التوزيع الالكترونى لكل من الذرتين .
ب- أى الذرتين تفقدها وأيها يكتسب ؟
ج- عدد الالكترونات التى تفقدها أو تكتسبها كل ذرة .
د- أى الذرتين تتأكسد وأيها تختزل ؟ وأيها العامل المختزل وأيها العامل المؤكسد ؟

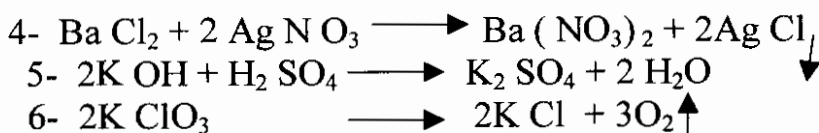
- هـ- نوع التفاعل الذى يحدث بين الذرتين .
و- نوع الرابطة التى تنشأ بين الذرتين .
ز- كم عدد ذرات الفلور التى تتحد مع ذرة من الكالسيوم لتكوين جزيء فلوريد الكالسيوم ؟

٤/ عين تفاعلات التاكسد والاختزال من بين التفاعلات الآتية :



٥/ وضع نوع كل من التفاعلات الآتية :





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

- أ- الهيدروجين (1H) والبوتاسيوم (19K)
 ب- الفلور (9F) والهيدروجين (1H)
 ج- الكلور (17Cl) والليثيوم (3Li)
 د- الكربون (6C) والكلور (17Cl)

في كل زوج بين الآتي :

- ١- أى العنصرين يكتسب شحنة موجبة
- ٢- أى العنصرين يعتبر عاملاً مؤكسداً
- ٣- عدد الإلكترونات التي يكتسبها أو يفقدها أى من العنصرين أثناء التفاعل .

٤- الصيغة الكيميائية لجزيء المركب الذى يتكون عند تفاعل أى زوج .

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

- ١- خارصين + حامض الهيدروكلوريك \longrightarrow
 ٢- حديد + \longrightarrow كبريتيد الحديد (II)
 ٣- نحاس + حامض الكبريت (VI) المركز \longrightarrow كبريتات نحاس + ثانى أوكسيد الكبريت + ماء .

٨/ علل للظواهر 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- إختفاء اللون الأبيض لملح كلوريد الامونيوم عند تسخينه .
- ٤- ظهور لون داكن عند تسخين ملح نترات النحاس .

الوحدة السابعة

الحساب الكيمياءى Stoichiometry

(٧ - ١) أهمية الحسابات الكيميائية :

في حياة الانسان كثير من النشاطات التى تتطلب تحديد كميات المواد التى سوف يستهلكها أو ينتجها ، ففي المطبخ تستخدم مكايل أو مقاييس بسيطة كالمعلقة والكوب والفنجان وغيرها لتحديد مقادير المواد التى ستستخدم في الطبخ وغيره ، بحيث لا تزيد هذه الكميات ولا تنقص عن الحد الذى يمكن أن يؤدى الى تلف الطعام من حيث المذاق أو النكهة أو القيمة الغذائية .

وفى المصانع يحتاج الكيميائيون الى الدقة لتحديد كميات المواد اللازمة لتحضير مادة معينة بالمواصفات المطلوبة لضمان الجودة المرغوبة من المستهلك . ففى صناعة الصابون وسماد اليوريا والامونيا (النشادر) وصناعة البلاستيك مثلا يجب الا تزيد نسب المواد المتفاعلة عن مقادير محددة حتى تخرج السلعة المنتجة بالمواصفات المحددة بما يضمن تسويقها وتحقيق عائدا إقتصاديا .

وكثيراً ما ننظر الى زجاجة دواء فنجد عليها قائمة بالنسب المئوية لمكونات الدواء الاساسية . فما هى أهمية هذه النسب على فاعلية الدواء ؟ هل تتغير فاعلية الدواء إذا تغيرت نسب أحد مكوناته ؟ هل لذلك آثار سلبية 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 الاساسى الذى يستخدمه الكيميائى في حساباته هو المعادلة الكيميائية الموزونة أو الصيغة الجزيئية الصحيحة لمركب ما ، وذلك لانها توفر معلومات أساسية يعتمد عليها في إجراء الحسابات الكيميائية .

(٧ - ٢) مفهوم الحساب الكيميائي :

يقصد بالحساب الكيميائي تعيين 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 .

(٧ - 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 .
- هـ / تحديد عدد الذرات أو الجزيئات من العناصر أو المركبات المتفاعلة أو الناتجة من التفاعل .

(٧ - 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 إستعملنا أقوى المجاهر . إذن فالحديث عن كتلة جسم بهذه الدرجة من الصغر قد يكون معضلة حقيقية . لأن وحدات وأدوات الكتلة المستخدمة في عالم الاجسام الكبيرة لايمكن أن تصلح للاستعمال في عالم الجسيمات اللامتناهية في الصغر . إذن كيف يمكن أن نزن جسماً صغيراً بهذا الحجم ؟

إن الكتلة الحقيقية أو المطلقة لاي ذرة هو مقدار ضئيل للغاية . فمثلاً تُقدر كتلة ذرة الهيدروجين بنحو 1.67×10^{-24} غرام ويعنى ذلك أن :

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

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

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

$$\text{كتلة جزيء الهيدروجين } H_2 = \frac{3,34}{1,67} \text{ من الجرام}$$

لذلك فنحن لا نستطيع أن نزن ذرة بعينها ، ولكننا يمكن أن نقارن كتلة ذرة بكتلة ذرة أخرى بمعنى لابد من مقياس للمقارنة . وقد إتخذ الكيميائيون ذرة الهيدروجين كمقياس ، (وذلك لأنها أخف الذرات المعروفة حتى الآن) كوحدة قياسية نسبوا إليها كتل العناصر أو الجزيئات المعروفة الآن . فإذا استطعنا مثلاً تحديد (بطريقة أو بأخرى) النسب المئوية الداخلة في تكوين مركب ما فإنه يكون بإمكاننا تحديد نسب كتل ذرات العناصر المتفاعلة إلى بعضها البعض ومن هذه الحقيقة يمكن تعريف الكتلة الذرية بأنها :

هى عبارة عن عدد المرات التى تكون بها كتلة ذرة العنصر أكبر من كتلة ذرة الهيدروجين أى :

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

∴ الكتلة هى كتلة نسبية للذرات منسوبة الى معيار محدد وهو كتلة ذرة الهيدروجين التى يفترض أنها تساوى وحده واحده .
حديثاً إستبدل عنصر الهيدروجين كمقياس للكتل الذرية بعنصر الكربون ١٢ .

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

وعلى ضوءها تم تحديد الكتل الذرية للعناصر المعروفة الآن

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

مثال :

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 الى كتل ذرات الهيدروجين الموجودة في هذه الكتلة من الماء هو ٨٨,٨١ : ١١,١٩ ، وباختصار هذه النسب تكون ٧,٩٣٧ : ١ .

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

$$\text{كتلة ذرة الاوكسجين} = \text{كتلة ذرتي هيدروجين} \times ٧,٩٣٧$$

$$= \text{كتلة ذرة هيدروجين} \times ٢ \times ٧,٩٣٧$$

$$= \text{كتلة ذرة الهيدروجين} \times ١٥,٨٧٤$$

ولما كان الافتراض الاخير (أن جزئ الماء يتكون من ذرتي

هيدروجين وذرة أوكسجين) هو الصحيح ومبرهن عمليا ، فان :

$$\text{كتلة ذرة الاوكسجين} = \text{كتلة ذرة الهيدروجين} \times ١٥,٨٧٤$$

مثال آخر :

يتكون غاز الميثان من ٢٥ ٪ هيدروجين و ٧٥ ٪ كربون كتلة . ما هي

نسبة كتلة ذرة الكربون الى كتلة ذرة الهيدروجين ؟

الحل :

في كل ١٠٠ جرام من الميثان توجد ٢٥ جرام هيدروجين و ٧٥ جرام

كربون . ووجد عمليا أن جزئ الميثان يتكون من أربع ذرات هيدروجين وذرة واحدة من الكربون .

$$\frac{\text{كتلة ذرة كربون}}{\text{كتلة ٤ ذرات هيدروجين}} = \text{في جزئ الميثان}$$

$$\frac{\text{كتلة ذرة كربون}}{\text{كتلة ٤ ذرات هيدروجين}} = \frac{٧٥}{٢٥}$$

بالاختصار :

كتلة الكربون = كتلة ١٢ ذرة هيدروجين
 ∴ كتلة الكربون يساوى وزن ذرة الهيدروجين ١٢ مرة

مثال :

يتكون كلوريد الصوديوم من ٦٠,٦٨ ٪ كلور و ٣٩,٣٢ ٪ صوديوم
 كتلة ، ما هى نسبة كتلة ذرة الكلور الى كتلة ذرة الصوديوم ؟

الحل :

في كل ١٠٠ جرام من كلوريد الصوديوم تكون كتلة الكلور ٦٠,٦٨ جرام وتكوين كتلة الصوديوم ٣٩,٣٢ جرام ، وقد وجد عمليا أن جزئ كلوريد الصوديوم ، يتكون من ذرة صوديوم وذرة كلور :

$$\frac{\text{كتلة الكلور}}{\text{كتلة الصوديوم}} = \text{فى كلوريد الصوديوم} = \frac{\text{كتلة ذرة الكلور}}{\text{كتلة ذرة الصوديوم}} = \frac{٦٠,٦٨}{٣٩,٣٢}$$

$$= ١,٥٤$$

بمعنى آخر فان كتلة ذرة واحدة من الكلور يساوى كتلة ذرة واحدة من الصوديوم ١,٥٤ مرة .

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 إتفق عرفيا أن تكون كتلة ذرة الهيدروجين تساوى واحد (دون الحاجة الى ذكر وحدات الكتلة المتعارف عليها كالجرام أو الكيلو جرام ٠٠٠ الخ) .

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

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

(٥ - ٧) الكتل الذرية مقدرة بالجرامات :

سبق أن عرفنا الكتلة الذرية بانها نسبة ولذلك لم نميزها بايه وحدة من وحدات الكتلة 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 هى الكتل الذرية الجرامية ؟

الكتل الذرية الجرامية هى عبارة عن الكتل الذرية معرفة بوحدة الغرام بافتراض أن كتلة الهيدروجين العادى (النظير الخفيف للهيدروجين) يساوى واحد جرام . بمعنى أنه إذا كان كتلة ذرة الاوكسجين ١٦ (أى مرة تقريبا مثل ذرة الهيدروجين) فإن كتلتها الذرية الغرامية تصبح ١٦ جراما . وكذلك تصبح الكتلة الذرية الجرامية للكلور تساوى ٣٥,٥ جرام ، وهكذا فإن الكتلة الذرية الجرامية لاي عنصر هى الكتلة الذرية لذلك العنصر مميزة بوحدة الجرام .

(٦ - ٧) الكتلة الجزيئية :

الكتلة الجزيئية لعنصر أو مركب ما هى عبارة عن مجموع كتل الذرات الداخلة في تكوين الجزيئ .

∴ الكتلة الجزيئية لعنصر أو مركب = كتلة جزئ واحد من العنصر أو المركب

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 والاكسجين في جزئ الماء (H_2O) .

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

مثال (٢) :

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

$$\begin{aligned} \text{الكتلة الجزيئية للكحول الايثيلي} &= [16 \times 1 + 1 \times 6 + 12 \times 2] = \\ &= [16 + 6 + 24] = 46 \end{aligned}$$

مثال (٣) :

يتكون جزئ سكر القصب من ١٢ ذرة كربون و ٢٢ ذرة هيدروجين و ١١ ذرة أكسجين ، 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 لجزئ السكر

$$\begin{aligned} &= [16 \times 11 + 1 \times 22 + 12 \times 12] = \\ &= [176 + 22 + 144] = 342 \end{aligned}$$

وهذا يعنى أن الكتلة الجزيئية لجزئ سكر القصب أكبر من $\frac{1}{12}$ من ذرة الكربون أو ذرة واحدة من ذرات الهيدروجين الخفيف بـ ٣٤٢ مرة .

الكتلة الجزيئية مقدرة بالجرامات :

الكتلة الجزيئية بالجرامات هي عبارة عن الكتلة الجزيئية 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 الجزيئية الجرامية للماء = ١٨ جرام
والكتلة الجزيئية الجرامية للكحول الايثيلي = ٤٦ جرام
والكتلة الجزيئية الجرامية لسكر القصب = ٣٤٢ جرام

(٧ - ٧) النسب المئوية لكتل مكونات المادة :

سبق أن درست المركبات الكيميائية والتعبير عنها بصيغ تعرف بالصيغ الكيميائية ، ودرست كيف يمكنك حساب الكتل الجزيئية لهذه المركبات ، ولكن كيف توصل العلماء لهذه الصيغ الجزيئية ؟
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 طريق أخذ عينة نقية من المركب المجهول وتحليلها لمعرفة العناصر المكونة ومقادير هذه العناصر .

مثال (١) :

عند تحليل عينة نقية كتلتها ٤,٤ جرام من مركب مجهول وُجد أنها تتكون من ١,٢ جرام كربون والباقي أوكسجين . بين :
أ- كتلة الاوكسجين في العينة .
ب- نسبة الكربون في العينة .
ج- نسبة الاوكسجين في العينة .

الحل :

بما أن كتلة العينة النقية ٤,٤ جرام وكتلة الكربون ١,٢ جرام وهي تتكون من الكربون والاوكسجين فقط .

$$أ / \therefore \text{كتلة الاوكسجين في العينة} = ٤,٤ - ١,٢ = ٣,٢ \text{ جرام}$$

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

$$\text{ج/} \therefore \text{نسبة الاوكسجين في العينة} = \frac{3,2}{4,4} \times 100 = 73\%$$

كيف يمكن الاستفادة من هذه النسب في الوصول الى الصيغة الجزيئية للمركب ؟

وإذا قيل لنا إن المركب يمكن أن يُمثل باحدى الصيغتين الجزيئيتين CO ، CO_2 ؛

فكيف نقرر أن أيا من الصيغتين تمثل النسب التي تحصلت عليها من العينة النقية ؟

لكي نقرر ذلك ، نحسب نسبة الكربون الى الاوكسجين في كل من الصيغتين ، ونحدد في أى من الصيغتين تكون النسب مطابقة للنسب المحسوبة من العينة .

فتكون الكتل في CO كالآتي :

$$\text{نسبة كتلة الكربون الى كتلة الاوكسجين} = 12 : 16 = 3 : 4$$

أما في CO_2 فتكون نسب المكونات كالآتي :

$$\text{نسبة كتلة الكربون الى كتلة الاكسجين} = 12 : 32 = 3 : 8$$

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

نلاحظ أن النسبة المحسوبة من العينة تتطابق تماما والنسبة المحسوبة للعناصر من الصيغة CO_2 . إذن نستطيع أن نقرر أن المركب الموجود في العينة النقية 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) :

حلل باحث كيميائي عينة نقية كتلتها ٤ جرام من مركب هيدروكربوني مجهول فوجد أنها تحوى ١ جرام هيدروجين والباقي كربون ، أحسب :

أ- النسبة المئوية لكتلة كل من الهيدروجين والكربون في العينة .

ب- حدد : أى الصيغتين (C_2H_6) و (CH_4) يمكن أن تمثل المركب ؟

الحل :

كتلة الكربون في العينة = ٤ - ١ = ٣ جرام

$$\text{النسبة المئوية لكتلة الهيدروجين} = 100 \times \frac{1}{4} = 25\%$$

$$\text{النسبة المئوية لكتلة الكربون} = 100 \times \frac{3}{4} = 75\%$$

لكى نحدد أى الصيغتين يمكن أن تمثل المركب ، نحسب نسبة الكربون والهيدروجين في كل منهما ونجد أيهما تتطابق نسبها مع نسب العينة المحسوبة .

فيما يتعلق بالصيغة (C_2H_6) فإن الكتلة الجزيئية تساوى :

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

$$\text{نسبة كتلة الهيدروجين} = 100 \times \frac{6}{30} = 20\%$$

$$\text{نسبة كتلة الكربون} = 100 \times \frac{24}{30} = 80\%$$

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 :

$$16 = 1 \times 4 + 12 \times 1$$

$$\text{نسبة كتلة الهيدروجين} = 100 \times \frac{4}{16} = 25\%$$

$$\text{نسبة كتلة الكربون} = 100 \times \frac{12}{16} = 75\%$$

نلاحظ أن هذه النسب تطابق نسبة كتلة كل من الكربون والهيدروجين المحسوبة من العينة .

إن 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 وحجماً 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 الموجوده في ٢,٤ جرام أوكسجين تساوى س جزيء .

وافرض أن عدد جزيئات الهيدروجين الموجودة في ٠,١٥ جرام هيدروجين تساوى ص جزيء .

الكتلة الجزيئية للاوكسجين تساوى ٣٢ وحدة كتلة

الكتلة الجزيئية للهيدروجين تساوى ٢ وحدة كتلة

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

$$\frac{١٦}{١} = \frac{٠,٨}{٠,٠٥} = \frac{٢,٤}{٠,١٥} = \frac{٣٢ \times \text{س}}{٢ \times \text{ص}}$$

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

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

$$\therefore ٣٢ \text{ س} = ٣٢ \text{ ص}$$

$$\therefore \text{س} = \text{ص}$$

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

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

$$\frac{١٥ \times \text{س}}{٣٢ \times \text{ص}} = \frac{١٥}{٤٠}$$

$$\frac{١٥}{٤٠} = \frac{١٢ \text{ س}}{٣٢ \text{ ص}}$$

$$١٥ \times ٣٢ \text{ ص} = ٤٠ \times ١٢ \text{ س}$$

$$\therefore ٤٨٠ \text{ س} = ٤٨٠ \text{ ص}$$

$$\therefore \text{س} = \text{ص}$$

\therefore ١٥ جم من الكربون تحتوى على نفس العدد من الذرات التى

تحتويه ٤٠ غرام من الكبريت .

ويمكن إيراد أمثلة كثيرة تقود الى التعميم التالي :

إذا كانت نسبة كتلة من عنصر ما الى كتلة من عنصر آخر هى نفس نسبة الكتلة الذرية للعنصر الاول 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 الى أن ١٢ جرام من ذرات الهيدروجين و ١٢ جرام من ذرات الكربون و ٣٢ جرام من ذرات الكبريت و ٢٣ جرام من ذرات الصوديوم

و١٦ 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 - ٩) المول Mole :

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

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

أمثلة :

- أ- المول من ذرات الاوكسجين كتلته ١٦ 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

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

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 :

١ مول من ذرات الكربون = الكتلة الذرية للكربون مقدرة بالجرامات
 كتلة ١ مول = ١٢ جرام
 كتلة ١٥ س مول = ١٥ جرام
 ∴ س مول من الكربون =

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

كتلة ١ مول من ذرات الكبريت = الكتلة الذرية للكبريت مقدرة بالجرامات
 كتلة ١ مول = ٣٢ جرام
 كتلة ٤٠ س مول = ٤٠ جرام

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

تمرين

١/ أحسب كم مولا تعادل كلا من الاتي :

- أ- ١١,٧ جرام من كلوريد الصوديوم .
- ب- ١,٠٦ جرام من كربونات الصوديوم .
- ج- ٠,٧١ جرام من جزيئات الكلور .
- د- ٠,٠١٦ جرام من ذرات الاوكسجين .

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

- أ- ٠,٣ مول من جزيئات الكلور .
 - ب- ٠,٠٤ مول من كربونات الكالسيوم .
 - ج- ٠,٥ مول من أيونات الصوديوم .
 - د- ٠,١ مول من جزيئات الهيدروجين .
- (مستخدما الكتل الذرية في الجدول الواردة في نهاية هذه الوحدة) .

مثال محلول :

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

الحل :

$$\text{الكتلة الجزيئية لثاني أوكسيد الكبريت (SO}_2\text{)} = (16 \times 2) + 32 = 64$$

∴ عدد المولات في ١٦ جرام من ثاني أوكسيد الكبريت =

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

∴ عدد الجزيئات في ١٦ جرام من ثاني أوكسيد الكبريت =
عدد المولات × عدد أفوغادرو =

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

مثال آخر :

ما هي كتلة 3×10^2 ذرة من الصوديوم ؟

الحل :

$$\frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد أفوغادرو}} = \text{عدد مولات ذرات الصوديوم}$$

$$3 \times 10^2 \times 0,5 = \frac{3 \times 10^2 \times 23}{6,02 \times 10^{23}} =$$

وبما أن كتلة المول من أيونات الصوديوم يساوي 23 جرام
∴ كتلة 3×10^2 من ذرات الصوديوم $= 3 \times 10^2 \times 0,5 \times 23 = 0,115$ جرام

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

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

مثال : (١)

أحسب النسبة المئوية للاوكسجين في مركب كربونات الكالسيوم .
ولحساب هذه النسبة نحتاج لمعرفة كتابة الصيغة الجزيئية لكربونات الكالسيوم .

كربونات الكالسيوم CaCO_3

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

$$\text{كتلة الاوكسجين في المركب} = 16 \times 3 = 48$$

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

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

مثال : (٢)

أحسب النسبة المئوية للكبريت في ثاني أوكسيد الكبريت ؟

الحل :

الصيغة الجزيئية لثاني أوكسيد الكبريت هي SO_2
الكتلة الجزيئية لثاني أوكسيد الكبريت = $(١٦ \times ٢) + ٣٢ = ٦٤$

$$\text{النسبة المئوية للكبريت في ثاني أوكسيد الكبريت} = \frac{٣٢}{٦٤} \times ١٠٠ = ٥٠\%$$

مثال : (٣)

أحسب النسب المئوية للهيدروجين في الجلوكوز .

الحل :

الصيغة الجزيئية للجلوكوز هي $C_6H_{12}O_6$
الكتلة الجزيئية للجلوكوز = $١٢ \times ٦ + ١٢ \times ١ + ١٦ \times ٦ = ١٨٠$

$$\text{النسب المئوية للهيدروجين في الجلوكوز} = \frac{١٠٠ \times ١٢}{١٨٠} = \underline{\underline{٦,٦٧\%}}$$

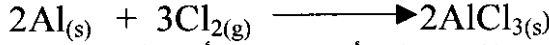
(٧ - ١١) الحسابات من المعادلات الكيميائية :

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

- ١- نوع المواد المتفاعلة والنواتجة من التفاعل .
- ٢- الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والنواتجة من التفاعل (عدد الذرات أو الجزيئات وكتلتها أو عدد المولات ٠٠٠ الخ) .
- ٣- الشروط التي يتم فيها التفاعل .
- ٤- الحالة الفيزيائية التي تكون عليها المتفاعلات والنواتج .
(سوائل ، غازات ، مواد صلبة ، ذائبة ، غير ذائبة ٠٠٠ الخ)
- ٥- أنواع وكميات الطاقة المنطلقة أو الممتصة أثناء التفاعل الكيميائي
- ٦ - تطبيق قانون بقاء الكتلة .

الآن أنظر الى المعادلة الكيميائية الموزونة التالية :

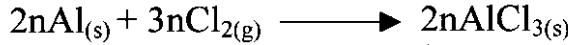
الومنيوم + كلور ← كلوريد الالومنيوم



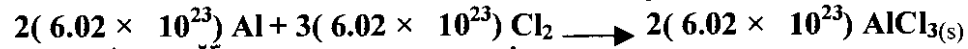
من هذه المعادلة يمكنك أن تستنتج أن كل ذرتين من الالومنيوم يتفاعلان مع ثلاثة جزيئات من الكلور (ست ذرات) . وينتج عن ذلك جزيئان من كلوريد الالومنيوم .

فالارقام التي تسبق الرموز المعبرة عن ذرات أو جزيئات العناصر أو المركبات في المعادلة تشير الى نسب اعداد الذرات أو الجزيئات المتفاعلة والنتيجة .

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

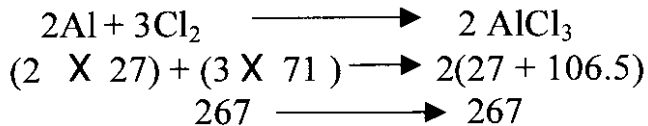


إذاً افترضنا أن قيمة (n) في المعادلة تساوى عدد أفوغادرو أى (٦,٠٢ × ٢٣١٠) فستصبح المعادلة الآن :



ومن دراستنا السابقة نعرف أن كل ٦,٠٢ × ٢٣١٠ ذرة أو جزيئاً (وهى عدد أفغادرو) تكون مولا من الذرات أو مولا من الجزيئات من المادة .
∴ يمكن أن نقول إن :

٢مول من الالومنيوم + ٣مول من الكلور ← ٢ مول من كلوريد الالومنيوم .
كذلك فإن الارقام التي تشير الى نسب أعداد الذرات أو الجزيئات في المعادلة الكيميائية يمكن إعتبارها إشارة الى 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 أى 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 هى :

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

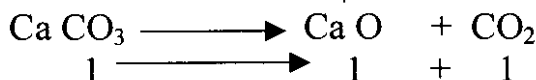
مثال (١) :

ما هو وزن أكسيد الكالسيوم الناتج من تحلل مول من كربونات الكالسيوم ؟

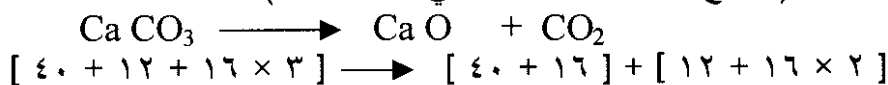
أ- الخطوة الأولى هى كتابة المعادلة الموزونة للتفاعل :



ب- من المعادلة يتبين لنا أن مولاً واحداً من أكسيد الكالسيوم ينتج من تحلل مول واحد من كربونات الكالسيوم :

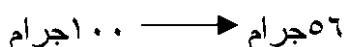


(راجع جدول الكتل الذرية في نهاية الباب)



∴ كتلة أكسيد الكالسيوم الناتجة من تحلل مول من كربونات الكالسيوم هى ٥٦ جرام

كم تكون كتلة الاوكسيد الناتجة من تحلل ٢٥ جرام من كربونات الكالسيوم؟
إذا كانت :

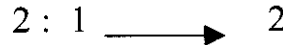


س جرام → ٢٥ جرام

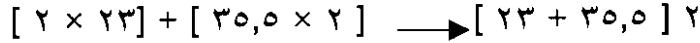
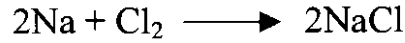
$$\therefore \text{س جرام} = \frac{٥٦ \times ٢٥}{١٠٠} = ١٤ \text{ جرام}$$

مثال (٢) :

ما كتلة الصوديوم اللازمة لإنتاج ٢٩,٢٥ جرام من كلوريد الصوديوم ؟



(راجع جدول الكتل الذرية للعناصر من نهاية الوحدة)



١١٧ جرام من كلوريد الصوديوم → ٤٦ جرام من الصوديوم

٢٩,٢٥ جرام → س جرام

س جرام هي كمية الصوديوم اللازم لإنتاج ٢٩,٢٥ جرام من كلوريد الصوديوم تساوى :

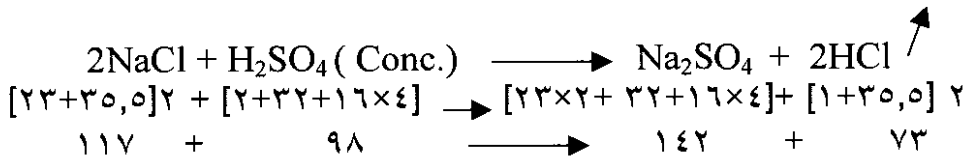
$$\therefore \text{س جرام} = \frac{٤٦ \times ٢٩,٢٥}{١١٧} = ١١,٥ \text{ جرام}$$

مثال (٣) :

أحسب كتلة كل من كلوريد الهيدروجين وكبريتات الصوديوم التى تنتج من تفاعل ٥٠ كيلو جرام من كلوريد الصوديوم مع كمية كافية من حامض الكبريت (VI) المركز .

الحل :

كلوريد الصوديوم + حامض الكبريت(VI) المركز → كبريتات الصوديوم + كلوريد الهيدروجين



وبما أن هذه الكتل نسبية فإننا يمكن أن نستعمل أى وحدة من وحدات الكتلة وعليه يمكن أن نقول أن :

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

١٤٢ كيلوجرام \longrightarrow ١١٧ كيلوجرام

س كيلوجرام \longrightarrow ٥٠ كيلوجرام

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

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

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

٧٣ كيلوجرام \longrightarrow ١١٧ كيلوجرام

س كيلوجرام \longrightarrow ٥٠ كيلوجرام

س عبارة عن كتلة كلوريد الهيدروجين الناتج عن تفاعل ٥٠ كجم

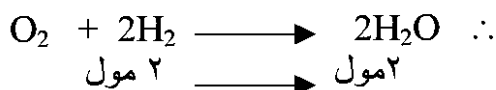
$$\text{س كيلوجرام} = \frac{73 \times 50}{117} = 31,2 \text{ كيلوجرام}$$

مثال (٤) :

ما عدد جزيئات الماء الناتج من تفاعل ٠,١ جرام من الهيدروجين مع كمية كافية من الاوكسجين .



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



إذن :

عدد مولات الهيدروجين المتفاعلة = $\frac{\text{كتلة الهيدروجين المعين بالجرام}}{\text{الكتلة الجزيئية الجرامية}}$

$$= \frac{0,1 \text{ جرام}}{2 \text{ جرام}} = 0,05 \text{ مول}$$

إذن الكتلة الجزيئية الجرامية لاي عنصر (المول) يحتوى على رقم أفو غادرو من الجزيئات ($6,02 \times 10^{23}$) أى أن :

$6,02 \times 10^{23}$ جزيء \longleftarrow ١مول جزيء من الهيدروجين

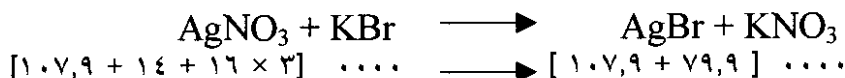
س جزيء \longleftarrow ٠,٠٥ مول جزيء من الهيدروجين

∴ س جزيء تعادل عدد جزيئات الهيدروجين الناتجة عن تفاعل ٠,٠٥ مول من الهيدروجين مع كمية كافية من الاوكسجين .

$$\therefore \text{س جزيء} = \frac{6,02 \times 10^{23} \times 0,05}{2} = 0,1505 \times 10^{23} \text{ جزيء}$$

مثال (٥) :

يمكن ترسيب بروميد الفضة من تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول بروميد البوتاسيوم . أحسب كتلة 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

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

مثال (٦) :

أضيفت ١٠٠ جرام من (كربونات الكالسيوم) الى ٥٠٠ جرام من

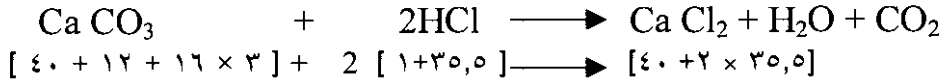
محلول حامض الهيدروكلوريك الذى يحتوى على $\frac{١}{١٠}$ من كتلته حامض نقى

كم عدد جرامات كربونات الكالسيوم المتبقية . أحسب كلوريد الكالسيوم الناتج .

الحل :

المعادلة :

كربونات الكالسيوم + حامض الهيدروكلوريك ← كلوريد الكالسيوم + الماء + ثانى أكسيد الكربون



(كتلة كلوريد الكالسيوم) (كتلة حامض الهيدروكلوريك) (كتلة كربونات الكالسيوم)

كل ١٠٠ جرام من كربونات الكالسيوم تتفاعل مع ٧٣ جرام من الحامض لتعطى ١١١ جرام من كلوريد الكالسيوم .

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

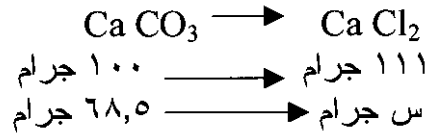
نفترض أن كتلة كربونات الكالسيوم المتفاعل يساوى س جرام .

\therefore ٧٣ جرام من الحامض تتفاعل مع ١٠٠ جرام من كربونات الكالسيوم

\therefore ٥٠ 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 = $100 - 68,5 = 31,5$ جرام
تتفاعل كل 100 جرام من كربونات الكالسيوم مع كمية وافرة مع
حامض الهيدروكلوريك لتنتج 111 جرام من كلوريد الكالسيوم .



∴ 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)

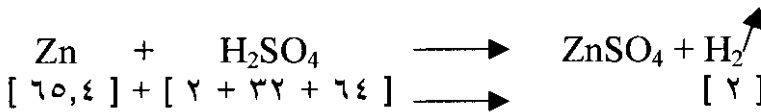
أ / أى المادتين ستتبقى بعد التفاعل ؟

ب / ما هى كتلة المادة المتبقية ؟

ج / ما هى 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

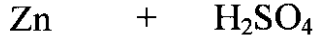
٩٨ جرام من حامض الكبريت (VI) لتتفاعل تماماً .

أن الكتلة المعينة من الخارصين تحتاج إلى أكثر من كتلتها من حامض

الكبريت (VI) . أى أن ٢٠ جرام من الخارصين تحتاج الى أكثر من ٢٠ جرام

من حامض الكبريت (VI) لاتمام التفاعل . وبالتالي فإن الخارصين هو الذى

يتبقى .



٩٨ جرام تتفاعل مع ٦٥,٤ جرام

٢٠ جرام تتفاعل مع س جرام

∴ س جرام هي كتلة الخارصين التي يتفاعل مع ٢٠ جرام من حامض حامض الكبريت (VI) .

$$\text{س} = \frac{٢٠ \times ٦٥,٤}{٩٨} = ١٣,٣٤ \text{ جرام من الخارصين}$$

كمية الخارصين المتبقية = ١٣,٣٤ - ٢٠ = ٦,٦٦ جرام خارصين

ومن المعادلة أعلاه نلاحظ أن كل : مول من H_2SO_4 ينتج ١ مول من H_2

أي أن ٩٨ جرام من H_2SO_4 تنتج ٢ جرام من H_2

٢٠ جرام من H_2SO_4 ينتج س جرام من H_2

س جرام ينتج منها ٢٠ جرام

$$\text{س} = \frac{٢ \times ٢٠}{٩٨} = ٠,٤٠٨ \text{ جرام من غاز } \text{H}_2$$

الجدول رقم (٧ - ١)

الاسماء والرموز والارقام الذرية والأوزان الذرية لبعض العناصر :

الوزن الذري	الرقم الذري	الرمز	الاسم الاجنبى	أسم العنصر
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	الكربون
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	Iorn	الحديد
٢٠٧	٨٢	Pb	Lead	الرصاص
٦,٩	٠٣	Li	Lithium	ليثيوم
٢٤,٣	١٢	Mg	Magnesium	المغنيزيوم
٥٤,٩	٢٥	Mn	Manganese	المنغنيز
٢٠,٢	١٠	Ne	Neon	النيون
٢٠٠,٦	٨٠	Hg	Mercury	الزئبق
٥٨,٧	٢٨	Ni	Nickel	النيكل
١٤	٧	N	Nitrogen	النتروجين

الوزن الذرى	الرقم الذرى	الرمز	الاسم الاجنبى	أسم العنصر
١٦	٨	O	Oxygen	الاو كسجين
٣١	١٥	P	Phosphorus	الفوسفور
١٩٥,١	٧٨	Pt	Platinum	البلاتين
٣٩,١	١٩	K	Potassium	البوتاسيوم
٢٨,١	١٤	Si	Silicon	السليكون
١٠٧,٩	٤٧	Ag	Silver	الفضة
٢٣	١١	Na	Sodium	الصوديوم
٣٢,١	١٦	S	Sulphur	الكبريت
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/ عرّف المصطلحات الآتية :
 - أ- الحساب الكيميائي .
 - ب- الوزن الذرى .
 - ج- عدد أفوغادرو .
 - د- المول .
 - هـ- المعادلة الكيميائية
- ٢/ حول 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 النشادر .
- ٣/ حول المولات الآتية الى كتل بالغرام :
 - أ- ٠,٠٥ مول كلوريد الصوديوم (NaCl)
 - ب- ٠,٣ مول غاز نشادر (NH₃)
 - ج- ٠,٣٢ مول أكسجين ذرى (O)
 - د- ٠,٠٥ مول حامض هيدروكلوريك (HCl)
- ٤/ أحسب النسبة المئوية لكتلة النتروجين في المركبات الآتية وحدد أى هذه المركبات يحتوى على نسبة أعلى من النتروجين :
 - أ- غاز النشادر
 - ب- نترات الصوديوم
 - ج- ثانى أكسيد النتروجين
 - د- أكسيد النتروجين (I)
- ٥/ أوجد عدد جزيئات كربونات الكالسيوم التى توجد في ١٠ جم من كربونات الكالسيوم
- ٦/ أحسب كتلة كربونات الماغنيزيوم التى تترسب عند إمرار كمية كافية من غاز ثانى أكسيد 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- أى المادتين ستبقى .
 - 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 :

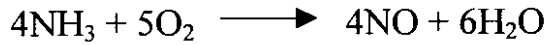
أ- أى المادتين المتفاعلتين زائد عن الحاجة .

ب- عدد مولات المادة المتبقية الفائضة من التفاعل .

ج- أحسب كتلة ثاني أكسيد الكربون الناتج أثناء التفاعل .

٩/ ما عدد جزيئات الماء التى تنتج من تفاعل ٠,١ مول من الهيدروجين مع كمية كافية من الاوكسجين ؟

١٠/ يحترق غاز النشادر في الاوكسجين لينتج بخار الماء وأوكسيد النترجين (II) حسب المعادلة الموزونة الآتية :



أوجد :

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

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

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

١١/ في أحد مصانع الحديد والصلب تم إختزال ٨٠ طن من أوكسيد الحديد (II) الى حديد بواسطة أول أكسيد الكربون . أوجد كتلة الحديد الناتجة في هذه العملية .

١٢/ أحسب عدد مولات H_2S (وزنه الجزيئى 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