الكيمياء العامة

الصيغ الكيميائية

الجدارة:

دراسة أنواع الصيغ الكيميائية و طرق تسمية المركبات الكيميائية و خصوصاً غير العضوية.

الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- معرفة أنواع الصيغ الكيميائية.
- تسمية المركبات الكيميائية غير العضوية.

مستوى الأداء المطلوب:

ان يصل المتدرب الى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٥ ٪ .

الوقت المتوقع للدارسة:

ساعتان.

متطلبات الجدارة:

لا يوجد.

1-3 : أسماء ورموز العناصر Names and symbols of Elements

لكل علم لغة وفي هذا الفصل سنبدأ بشرح مفصل للغة الكيميائية التي لا مندوحة عن معرفتها استماعا ونطقاً وكتابة ، حيث لا يمكن دون هذه اللغة استيعاب أو إدراك أي موضوع كيميائي آخر.
يتطلب التعامل مع المواد الإشارة إليها باسم معين، فالمادة التي نتنفسها عرفت بالأكسجين وتلك التي نحرقها عرفت بالفحم، وحيث أن العناصر تتحد مكونة مركبات كيميائية كاتحاد الأكسجين بالفحم لإنتاج غاز سام فإن المركبات يجب أن تسمى . لذا فإننا نسمي ذلك الغاز باسم أكسيد الفحم، وهناك مركبات ذات أسماء غير مشتقة من أسماء عناصرها فمثلاً العناصر المكونة لمادة الماء هي الهدروجين والأكسجين ولكن هذه المادة عرفت بالماء لا باسم أكسيد الهدروجين ، وخلاصة القول إن الأمر يتطلب تحديد اسم معين لكل العناصر بحيث يعني هذا الاسم نفس الشيء لأي كيميائي مهما كانت قوميته ، لذلك اتفق على اعتماد التسمية اللغوية الإنجليزية لتسمية العناصر فالمادة التي نستنشقها اسمها بهذه اللغة أكسجين (oxygen) فيكون اسمها الكيميائي عندئذ كذلك ، في حين أن المادة التي نحرقها اسمها بهذه اللغة كربون (carbon) فيكون أسمها الكيميائي عندئذ (كربون) وليس (فحماً) . أما دلالات هذه الأسماء فهي أساساً مختلفة إذ توجد عناصر حملت أسماء مكتشفيها أو أسماء دولهم وعناصر أخرى حملت أسماء كواكب سيارة وغني عن الذكر أنه توجد مقابل كثير من الأسماء الكيميائية للعناصر ما يقابلها في اللغة العربية.
وللتسهيل فإن الأمر تطلب ما هو أبعد من تحديد الأسماء إلا وهو الرمز للعنصر برمز معين ولقد اتفق على أخذ الحرف الأول من اسم العنصر باللغة الإنجليزية وبشكله الكبير (capital letter) ليكون رمزاً له وفي حالة وجود أكثر من عنصر بأحرف أولى متشابهة مثل الكربون (carbon) والكلور (chlorine) يكون رمز أحدهم الحرف الأول ويكون رمز الآخر الحرف الأول يليه حرف آخر من حروف الاسم (small letter) فرمز الكربون (C) والكلور (Cl) ويوضح الجدول٣ـ١ أسماء ورموز العناصر وفيه يلاحظ وجود أحد عشر عنصراً ذات رموز اشتقت من أسماء لغوية غير إنجليزية ويوضح ذلك الجدول ٣ـ٢.

الاسم بالإنجليزية	الرمز	الاسم بالعربية	الاسم بالإنجليزية	الرمز	الاسم بالعربية	الاسم بالإنجليزية	الرمز
Polonium	Po	بولونيوم	germanium	Ge	جيرمانيوم	Actinium	Ac
Praseodymium	Pr	براسيوديميوم	Hydrogen	H	هيدروجين	silver	Ag
platinum	pt	بلاتين	hahnium	Ha	هاهنيوم	aluminum	Al
Plutonium	Pu	بلوتونيوم	helium	He	هيليوم	americium	Am
radium	Ra	راديوم	hafnium	Hf	هافنيوم	argon	Ar
Rubidium	Rb	روبيديوم	mercury	Hg	زئبق	arsenic	As
rhenium	Re	رينيوم	holmium	Ho	هوليوم	astatine	At
rutherfordium	Ri	رذرفورديوم	iodine	I	يود	gold	Au
Rhodium	Rh	روديوم	Indium	In	إنديوم	Boron	I
radon	Rn	رادون	iridium	Ir	إريديوم	barium	Ba
Ruthenium	Ru	روثينيوم	Potassium	K	بوتاسيوم	beryllium	Be
Sulfer	S	كبريت	Krypton	Kr	كربتون	Bismuth	Bi
Antimony	Sb	أنتيموني	Lanthanum	La	لانثانوم	Fermium	Fm
Scandium	Sc	سكانديوم	Lithium	Li	ليثيوم	Berkelium	Bk
Selenium	Se	سيلينيوم	Lutetium	Lu	لوتيتيوم	Bromine	Br
Silicon	Si	سليكون	Lawrencium	Lr	لورنسيوم	Carbon	C
Samarium	Sm	ساماريوم	Mendelevium	Md	مندليفيوم	Calcium	Ca
Tin	Sn	قصدير	Magnesium	Mn	مجنسيوم	Cadmium	Cd
Strontium	Sr	سترانشيوم	Manganese	Mg	منجنيز	Cerium	Ce
Tantalum	Ta	تانتالوم	Molybdenum	Mn	مولبدينوم	Californium	Cf
Terbium	Tb	تيربيوم	Nitrogen	N	نيتروجين	Chlorine	Cl
Technetium	Tc	تكنيتيوم	Sodium	Na	صوديوم	Curium	Cm

جدول (3-1) قائمة بالأسماء والرموز الكيميائية للعناصر المعروفة

الاسم بالإنجليزية	الرمز	الاسم بالعربية	الاسم بالإنجليزية	الرمز	الاسم بالإنجليزية	الاسم بالعربية	الرمز	الاسم بالإنجليزية
Tellurium	Te	تيلوريوم	Niobium	Nb	نيوبيوم	Cobalt	Co	كوبالت
Thorium	Th	ثوريوم	Neodymium	Nd	نيوديميوم	Chromium	Cr	كروم
Titanium	Ti	تيتانيوم	Neon	Ne	نيون	Cesium	Cs	سيزيوم
Thallium	TI	ثاليوم	Nickel	Ni	نيكل	Copper	Cu	نحاس
Thullium	Tm	ثوليوم	Nobelium	No	نوبليوم	Dysprosium	Dy	دسبروزيوم
Uranium	U	يورانيوم	Neptunium	Np	نبتونيوم	Erbium	Er	إربيوم
Vanadium	V	فاناديوم	Oxygen	O	أكسجين	Einsteinium	Es	آينشتينيوم
Tungsten	W	تنجستن	Osmium	Os	أوزميوم	Europium	Eu	يوروبيوم
Xenon	Xe	زينون	Phosphorus	P	فوسفور	Fluorine	F	فلور
Yttrium	Y	يوتيريوم	Protactinium	Pa	بروتاكتينيوم	Iron	Fe	حديد
Ytterbium	Yb	يوتيربيوم	Lead	Pb	رصاص	Francium	Fr	فرانسيوم
Zinc	Zn	خارصين	Palladium	Pd	بلاديوم	Gallium	Ga	جاليوم
Zirconium	Zr	زركون	Promethium	Pm	بروميثيوم	Gadolinium	Gd	جادولينيوم

تابع جدول (3-1) قائمة بالأسماء والرموز الكيميائية للعناصر المعروفة

الرمز	الاسم بغير الإنجليزية	الاسم بالإنجليزية	الاسم بالعربية
	لاتينى		
Sb	Stibium	Antimony	أنتيمونى
Cu	Cuprum	Copper	نحاس
Au	Aurum	Gold	ذهب
Fe	Ferrum	Iron	حديد
Pb	Plumdum	Lead	رصاص
Hg	Hydrargyrum	Mercury	زئبق
K	Kalium	Potassium	بوتاسيوم
Ag	Argentum	Silver	فضة
Na	Natrium	Sodium	صوديوم
Sn	Stannum	Tin	قصدير
	المانى		
W	Wolfram	Tungsten	تنجستن

جدول (3-2) قائمة بالعناصر ذات الرموز المشتقة من أسمائها بلغة غير اللغة الإنجليزية

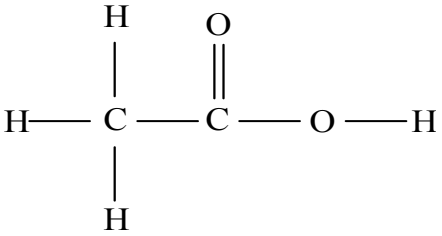
3-2: الصيغ الكيميائية Chemical Formulas

تنقل لنا الصيغ الكيميائية بعض المعلومات التي تشمل التركيب العنصري والأعداد النسبية لكل نوع من الذرات الموجودة في المركب، أو الأعداد الحقيقية لكل نوع من الذرات الموجودة في المركب أو تركيب المركب، ويمكن تقسيم الصيغ حسب كمية المعلومات التي تقدمها.

فالصيغة التي تعطي بشكل مبسط النسبة بين أعداد ذرات كل عنصر موجود في وحدة الصيغ تسمى الصيغة الأبسط (simplest formula) ويمكن أن تسمى بالصيغة الأولية (empirical formula) لأنها عادة مشتقة من نتائج بعض التحاليل العملية، فالصيغ NaCl و H_2O و CH_2 جميعها صيغ أولية .

وتسمى الصيغ التي تبين الأعداد الحقيقية لكل نوع من الذرات الموجودة في جزيء من المادة بالصيغ الجزيئة (molecular formula) فصيغة H_2O هي صيغة جزيءة (كما أنها صيغة أولية)، لأن جزيء

الماء يحتوي على ذرتين هدروجين وذرة أكسجين، والصيغة C_2H_4 هي صيغة جزيءة لمادة الإثلين الذي يحتوي على ذرتين من الكربون وأربع ذرات من الهدروجين، لاحظ أن أبسط صيغة لهذا المركب هي CH_2 ، لأن نسبة الكربون إلى الهدرجين فيه هي ١ إلى ٢ ، فالمادة ذات الصيغة الأولية CH_2 ..، وهكذا أما المركبات الأيونية فلا توجد لها صيغ جزيءة، لأن هذه المركبات لا تحتوي بالطبع على جزيئات والنوع الثالث من الصيغ هو الصيغة التركيبية، structural formula ، مثل :



حامض الأسيتيك الموجود في الخل

تمثل الوصلة بين رموز الذرات المختلفة في الصيغة التركيبية " الروابط الكيميائية " التي تربط الذرات ببعضها في الجزيء ، وتزودنا بالمعلومات التي تساعدنا على كتابة الصيغ الجزيئة والأولية . فحامض الاسيتيك الذي عرضنا صيغتة التركيبية يمكننا أن نكتب صيغة الجزيئة هكذا: (C2H4O2)، وتكتب صيغتة الأولية (CH2O).

وتعتبر الصيغ التركيبية أفضل أنواع الصيغ لأنها تعطي جميع المعلومات التي يعطيها النوعان الآخران . إلا أن تعيين الصيغ التركيبية يتطلب جهداً عملياً أصعب ، وسترى كيف يمكن تعيين الصيغ الأولية والجزيئة ، أما معظم الطرق المستخدمة لتعيين الصيغ التركيبية فهي خارجة عن مجال هذا الكتاب .

1-2-3 :الصيغ الأولية Empirical Formula

لما كانت أبسط الصيغ تعطي الأعداد النسبية للذرات الموجودة في المركب، فيجب أن تعطي أيضاً الأعداد النسبية لمولات كل عنصر، لذلك للحصول على الصيغ الأولية لمركب يجب أن تعين عدد مولات كل من عناصره الموجودة في عينة معينة، عندئذ نستطيع أن نحسب أبسط نسبة عددية صحيحة من المولات لإيجاد الأعداد أسفل الرموز، وتوضح الأمثلة التالية كيف يمكن عمل ذلك.

المثال (1)

عينة من غاز بني اللون يعتبر ملوثاً رئيسياً للهواء ، وجد أنها تحتوي على 2.34g من N و 5.34 من O . فما هي أبسط صيغة للمركب ؟

الحل :

نحسب عدد مولات كل عنصر موجود . فنحن نعلم أن :

$1\ mol\ N = 14.0g\ N$ (لماذا)

$1\ mol\ O = 16.0g\ O$ (لماذا)

لذلك

$$2.34\ g\,N \times \left(\frac{1\ mol\ N}{14.0\ g\,N}\right) = 0.167\ mol\ N$$

$$5.34\ g\,O \times \left(\frac{1\ mol O}{16.0\ g\,O}\right) = 0.334\ mol\ O$$

أي أنه يمكننا كتابة صيغة المركب $N_{0.167}\ O_{0.334}$، وهذه الصيغة تخبرنا حقا بالأعداد النسبية لمولات N و مولات O ، لكن يجب أن يكون للصيغ معنى على المستوى الجزيئي ، لذلك يفضل ان تكون الأعداد المكتوبة تحت الرموز أعداداً صحيحة، فإذا قسمنا على العدد الأصغر نحصل على :

$$N_{\frac{0.167}{0.167}}\ O_{\frac{0.334}{0.167}} = NO_2$$

المثال (2)

ما الصيغة الأولية لمركب يتكون من 43.7%P و 56.3%O وزناً؟

الحل

إنه من المعتاد في التحليل الكيميائي إن تعطى النسبة المئوية للتركيب من حيث الكتلة . وأبسط طريقة للحل هي أن تتصور أن لدينا عينة من المركب تزن 100g ، فمن التحليل تبين أن مثل هذه العينة تحتوي على 43.7g P و 56.3gO .(لاحظ أن النسب المئوية أصبحت جرامات). و الآن ، حيث إننا نعلم كتل الفسفور الأكسجين في نفس العينة ،نحول الكتل إلى مولات ونكمل كما فعلنا من قبل

$$43.7\ \text{g P} \times \left(\frac{1\ \text{mol P}}{31.0\ \text{g P}}\right) = 1.41 \text{mol P}$$

$$56.3\ \text{g O} \times \left(\frac{1\ \text{molO}}{16.0\ \text{g O}}\right) = 3.52\ \text{mol O}$$

فتكون الصيغة هي :

$$P_{1.41}\ O_{3.52} = P_{\frac{1.41}{1.41}}\ O_{\frac{3.52}{1.41}} = PO_{2.50}$$

ويمكن الحصول على أعداد صحيحة بمضاعفة كل هذه القيم ؛ فتكون الصيغة الأولية هي P_2O_5 .

المثال (3)

من المعروف أن الكحول الأيثيلي يحتوي فقط على كربون ، وهيدروجين وأكسجين، تفاعلت 0.1000g منه تفاعلاً تاما مع الأكسجين ونتج 0.1910 g CO_2 و 0.1172g H_2O، فما هي الصيغة الأولية لهذا المركب ؟

الحل:

تبدو هذه المسألة للعديد من الطلاب للوهلة الأولى مستحيلة ، ولكن دعنا نناقش ما الذي نعرفه وما الذي نستطيع حسابه .

فاتباع نفس الطريقة المستعملة في المثال 2.10 ، نستطيع أن نحسب كتلة الكربون وكتلة الهدروجين في CO_2 و H_2O اللذين تكونا من تفاعل المركب ، ولما كان المصدر الوحيد للكربون والهدروجين هو المركب الأصلي ، فإن الفارق بين كتلة المركب المأخوذ (0.0001g) ومجموع كتل الكربون والهدروجين يجب أن يكون كتلة الأكسجين في العينة الأصلية (0.1000g) ، ويلاحظ أننا يجب ان نحصل على كتلة الأكسجين بهذه الطريقة ، وليس من كتلة للأكسجين في CO_2 و H_2O ، لأن جزءاً فقط من الاكسجين في هذه المنتجات مصدره المركب الأصلي ، وبمجرد أن عرفنا كتل الكربون والهدرجين والأكسجين في العينة (0.1000g) ، نستطيع ان نحسب عدد المولات الموجودة من كل من هذه العناصر في 0.1000g ، وبذلك نوجد الصيغ الأولية للمركب ، وهكذا ، بعد ان وضعنا خطة الحل نستطيع ان نبدأ في الحسابات .

فالكتل الصيغية للمركبات CO_2 و H_2O هي 44.0 و 18.0 على التوالي، والجزء المكون من C في CO_2 هو :

$$\frac{12.0\ g\ C}{44.0\ g\ CO_2}$$

وبالمثل، فالجزء المكون من الهدروجين في H_2O هو:

$$\frac{2.01\ g\ H}{18.0\ g\ H_2O}$$

وكتلة الكربون في المركب الأصلي تساوي كتلة CO_2 مضروباً في الجزء من كتلة الناتج عن الكربون :

$$0.1910\ g\ CO_2 \times \left(\frac{12\ g\ C}{44.0\ g\ CO_2}\right) \sim 0.0521\ g\ C$$

وبالمثال ، كتلة الهدروجين في العينة الأصلية :

$$0.1172 \text{ g } H_2O \times \left(\frac{2.01 \text{ g } H}{18.0 \text{ g } H_2O} \right) \sim 0.0131 \text{ g } H$$

والكتلة الكلية الناتجة عن الكربون والهدروجين:

$$0.0521 \text{ g } C + 0.0131 \text{ g } H = 0.0652 \text{ g}$$

فتكون كتلة الأكسجين :

$$0.1000 \text{ g} - 0.0652 \text{ g} = 0.0348 \text{ g}$$

ثم نحسب عدد مولات C

$$0.0521 \text{ g } C \times \left(\frac{1 \text{ mol } C}{12.0 \text{ g } C} \right) - 4.34 \times 10^{-3} \text{ mol C}$$

وبإجراء حسابات مماثلة للهيدروجين والأكسجين نحصل على 1.31×10^{-2} mol H
و 2.17×10^{-3} mol O فتكون الصيغة الأولية عندئذ هي :

$$C_{0.00434}H_{0.0131}O_{0.00217} = C_{\frac{O.OO434}{0.00217}}H_{\frac{0.0131}{0.00217}}O_{\frac{0.00217}{0.00217}}$$

أو

$$C_2H_4O$$

2-2-3 :الصيغ الجزيئة Molecular Formulas

تزودنا الصيغ الجزيئة بمعلومات أكثر من الصيغة الأولية حيث تبين عدد ذرات كل عنصر الموجودة في جزيء من المادة، فالصيغة الأولية CH_2 هي صيغة أي جزيء يحتوي على عدد من ذرات الهيدروجين يساوي ضعف عدد ذرات الكربون، والتحديد من بين كل هذه الاحتمالات يجب معرفة الوزن الجزيء للمركب، لأن الوزن الجزيء دائما هو مضاعف صحيح للوزن الصيغي الأولي كما نرى من الجدول (3-3)، ولكي نوجد عدد مرات احتواء الصيغة الجزيئية على الصيغة الأولية نقسم الوزن الجزيء المعين علمياً على الوزن الصيغي الأولي.

المثال (4)

سائل عديم اللون يستعمل في محركات الصواريخ، صيغتة الأولية NO_2، ووزنه الجزيئي 92.0، فما هي صيغته الجزيئية ؟

الحل

الوزن المحسوب من الصيغة NO_2 يساوي 46.0، عدد مرات احتواء الصيغة الجزيئية على الصيغة الأولية NO_2 في المركب هي:

$$\frac{920}{460} = 2$$

فيكون الوزن الجزيء $N_2O_4 = (NO_2)_2$ رابع أكسيد ثنائي النيتروجين، dinitrogen tetroxide، والصيغة N_2O_4 هي الإجابة الأفضل لأن الصيغة $(NO_2)_2$ تتضمن معرفة للتركيب الجزيئي (أي أنها تعني أن كل وحدتين من NO_2 متصلتان ببعضها بطريقة ما).

الوزن الجزيئي	الصيغة
$14.0 = 1 \times 14.0$	CH_2
$28.0 = 2 \times 14.0$	C_2H_4
$42.0 = 3 \times 14.0$	C_3H_6
$56.0 = 4 \times 14.0$	C_4H_8
$n \times 14.0$	C_nH_{2n}

الجدول (3-3) الأوزان الجزيئة كمضاعفات للوزن الصيغي الأولي

3-2-3 :موازنة المعادلات الكيميائية Balancing Chemical Equations

ذكرنا من قبل أن المعادلات الكيميائية هي وصف مختصر للتغييرات التي تحدث أثناء تفاعل كيميائي، طريقة لتصوير ما حدث قبل وبعد التفاعل، ومن أهم خواص المعادلة الكيميائية أنها تمكننا من تعيين العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل، ولكي تساعدنا المعادلات على إجراء هذا النوع من الحساب الكيميائي يجب أن تكون متوازنة، أي تخضع لقانون حفظ الكتلة وذلك بأن يكون عدد الذرات من كل نوع متساو على جانبي السهم.

ولكي نخفض الخطأ إلى أدنى حد يجب أن تكون كتابة المعادلة المتوازنة عملية ذات خطوتين:

١. تُكتب أولا معادلة غير متوازنة بصيغ صحيحة لجميع المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل وفي هذه المرحلة لن تكون قادراً على كتابة صيغ المركبات، لذلك سوف نعطيها لك، وسنناقش فيما بعد كيف تكتب الصيغ.

٢. توازن المعادلة بضبط المعاملات التي تسبق الصيغ، ويلاحظ في هذه الخطوة أنه لا يمكن تغيير أي رقم مكتوب أسفل الرموز لأن ذلك يغير من طبيعة المواد، والواقع أنه لا يوجد أي مبرر إطلاقا لكتابة معادلة غير متوازنة لأن وزن المعادلات ممكن دائماً بعدّ الذرات على جانبي المعادلة.

ويمكن وزن معظم المعادلات الكيميائية البسيطة بمجرد فحصها ، وذلك بتعديل المعاملات حتى نحصل على أعداد متساوية بين كل عنصر من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل.

فعلى سبيل المثال نتبع الخطوات التالية للحصول على معادلة متوازنة لتفاعل حامض الهيدروكلوريك (HCl) مع كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) حيث ينتج كلوريد صوديوم ($NaCl$)، وثاني أكسيد الكربون (CO_2)، وماء:

فللحصول على معادلة موزونة بطريقة صحيحة نتبع الخطوات التالية :

١. نكتب المعادلة غير الموزونة

$$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2$$

٢. ندخل على المعادلة معاملات لوزنها ، وهنا قد نحتاج إلى بعض التدريب حتى نستطيع أن نتعلم وزن المعادلة بسرعة ، وبالرغم من أنه لا توجد مجموعة قواعد لتخبرك أين تبدأ إلا أنه من الأفضل أن تبحث عن أكثر الصيغ تعقيداً في المعادلة وتبدأ منها ، وفي هذه الحالة نبدأ بمركب Na_2CO_3.وحيث أنه يوجد ذرتان من الصوديوم في هذه الصيغة على اليسار يجب أن يوجد كذلك ذرتان من الصوديوم على اليمين ، لذلك نضع 2 أمام صيغة NaC1 ، وهذا يعطينا :

$$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO$$

الآن يوجد لدينا ذرتان من Cl على الجانب الأيمن ولكن ذرة واحدة فقط على الجانب الأيسر ، لذلك نضع 2 أمام HCl.

$$Na_2CO_3 + 2HC1 \longrightarrow 2NaC1 + H_2O + CO_2$$

بالفحص السريع يتبين لنا أن المعادلة متوازنة.

ذكرنا سابقا أن المعادلة المتوازنة تخضع لقانون فعل الكتلة ، ففي المعادلة السابقة ، كما هو الحال في أية معادلة ، يوجد عدد لا نهائي من المعاملات التي تحقق هذا المطلب فالمعادلات:

$$1/2Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + 1/2\ CO_2 + 1/2\ H_2O$$
$$5\ Na_2CO_3 + 10\ HCl \longrightarrow 10\ NaCl + 5\ CO_2 + 5\ H_2O$$

هي معادلات متوازنة أيضاً ، والطريقة المعتادة هي باستعمال أقل مجموعة من الأعداد الصحيحة كمعاملات ، ولو أنه توجد حالات ، كما سترى تكون الاختيارات الأخرى فيها هي الأفضل.

المثال (5)

وازن المعادلة التالية التي تعبر عن إحراق الاوكتان C_8H_{18}، وهو أحد مكونات بنزين السيارات ؟

$$C_8H_{18} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

الحل:

بالفحص السريع للمعادلة نرى أنه يجب علينا أن نعدل المعاملات التي تسبق CO_2، H_2O، وذلك حتى نوازن عدد ذرات C و H، فيمكن موازنة ذرات الكربون بوضع الرقم 8 قبل CO_2، أما الهيدروجين فيوازن بوضع الرقم 9 قبل H_2O ($9H_2O$ تحتوي على 18 من ذرات H لأن كل H_2O تحتوي على 2H).

وهذا يعطي:

$$C_8H_{18} + O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 9H_2O$$

نستطيع الآن العمل على الأكسجين، فعلى اليمين يوجد 25 ذرة O (25= 9 + 8 x 2)، وعلى اليسار توجد ذرات O كأزواج، وهذا يعني أنه يجب أن يكون لدينا 12 1/2 زوجاً (جزيئات O_2) ليكون عندنا 25 ذرة O على اليسار . يعطينا ذلك

$$C_8H_{18} + 12\ 1/2\ O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 9H_2O$$

و أخيرا نستطيع أن نحذف المعامل الكسر بمضاعفة جميع المعاملات:

$$2C_8H_{18} + 25O_2 \longrightarrow 16CO_2 + 18H_2O$$

3-3 : تسمية المركبات الكيميائية The Naming of Chemical Compounds

إذا تصفحت دليلا كيميائيا مثل دليل الكيمياء و الفيزياء (Handbook of Chemistry and Physics) فسوف تجد عددا هائلا من المركبات مدونا فيها ، إلا أن هذه الأعداد تمثل فقط جزءاً من جميع المركبات المكتشفة ، و في كل عام تزداد هذه القائمة طولا ، وتمثل تسمية هذه المركبات تحديا حقيقياً لأنه من المهم ان يكون لكل مادة اسمها الوحيد الخاص بها ، هذا بالإضافة إلى أنه لا يمكن اختيار الاسماء بطريقة عشوائية لأن ذلك يجعل من غير الممكن لأي شخص ان يتذكرها كلها ، لهذا السبب قدمت طريقة منظمة لتسمية المركبات الكيميائية.

وسنصف في هذا الفصل بطريقة مختصرة إلى حد ما كيفية تسمية المركبات غير العضوية، ولهذه المركبات تراكيب لا تتعين مبدئيا بربط ذرات الكربون ببعض وتسمى مركبات الكربون بالمركبات العضوية وسنناقش في الفصل الحادي عشر.

وستجد أثناء دراستك للكيمياء أنه لا تتم تسمية كل مركب باستخدام الطريقة المقترحة ، فبعض المواد الشائعة جدا مثل الماء H_2O و الأمونيا NH_2، قد عرفت قبل تقديم التسمية المنظمة وهي تعرف أكثر بأسمائها الشائعة كذلك للمركبات بالغة التعقيد حيث تكون الأسماء المشتقة على أساس منظم طويلة جداً ومعقدة ومتعبة.

3-3-1 :المركبات الثنائية:

المركب الثنائي يتكون فقط من ذرات عنصرين مختلفين . وعند تسميته يعين أولا العنصر الأقل سالبية كهربائية (الأكثر فلزية) بإعطائه أسمه المعتاد ، أما اسم العنصر الثاني (وهو يكون تقريباً عنصراً لا فلزياً بشكل دائم تقريباً) فتحصل عليه بإضافة اللاحقة (يد) أو (ide) بالإنجليزية إلى جذع الكلمة كما هو مبين في الجدول (3-4) وإليك بعض الأمثلة النموذجية

NaCl	Sodium chloride	كلوريد الصوديوم
SrO	Strontium oxide	أكسيد الاسترانشيوم
Al_2S_3	Aluminium sulfide	كبريتيد الالومنيوم
Mg_3P_2	Magnesium phosphide	فوسفيد الماغنسيوم
HBr	Hydrogen bromide	بروميد الهيدروجين

ويوجد العديد من العناصر عادة في أكثر من حالة تأكسد موجبة واحدة ، وإذا كان العنصر فلزا ، فتوجد طريقتان يمكن أن تستعملا لبيان حالة تأكسد ، ففي الطريقة الأقدم تستعمل اللاحقتان (يك)

ic- و(وز) ous للتمييز بين حالتي التأكسد العلياء والمنخفضة على الترتيب . وبذلك تعين حالتا التأكسد 3+ و 2+ للكروم كما يلي :

Cr^{3+}	chromic	$CrCl_3$	chromic chloride	كلوريد الكروميك
Cr^{2+}	chromous	$CrCl_2$	chromous chloride	كلوريد الكروموز

الجدول (4-3) أسماء الانيوتات المشتقة من اللافلزات.

المجموعة IVA			المجموعة VA		
كربيد	carbide	C^{4-}	نيتريد	nitride	N^{3-}
سيليسيد	silicide	Si^{4-}	فوسفيد	phosphide	P^{3-}
			أرسيناييد	arsenide	A^{3-}

المجموعة VI			المجموعة VIIA		
أكسيد	oxide	O^{2-}	فلوريد	fluoride	F^-
كبيرتيد	sulfide	S^{2-}	كلوريد	chloride	Cl^-
سيلينيد	selenide	Se^{2-}	بروميد	bromide	Br^-
تيلوريد	telluride	Te^{2-}	يوديد	iodide	I^-

وعندما يكون للعنصر رمز مشتق من الاسم اللاتيني للعنصر يستعمل جذع الاسم اللاتيني بشكل عام . فمثلاً في حالة الحديد توجد حالتا تأكسد شائعتان : حديد يك ، (ferric) Fe^{3+} ، وحديد وز ، (ferrous) Fe^{2+} ، وتجد أمثلة شائعة أخرى في الجدول (3-5) ، لا حظ أن هذا النظام يميز فقط بين حالتي التأكسد العليا والمنخفضة ، ولكنه لا يحدد حالة التأكسد للفلز .

وتسمى الطريقة الثانية والمفضلة لبيان حالة التأكسد للفلز بنظام ستوك (Stock system) ،وهي مسماة بأسم الكيميائي الألماني Alfred Stock (1876-1946) . وتشمل وضع رقم روماني مساو لعدد التأكسد للفلز في أقواس تلي الاسم الإنجليزي المنتظم للعنصر، وبذلك تكون Fe^{2+} هي (II) iron، Fe^{3+} هي iron(III) وتكون المركبات $FeCl_2$ $FeCl_3$:

كلوريد الحديدوز	Iron(II) Chloride	أو	Ferrous chloride	$FeCl_2$
كلوريد الحديديك	Iron(III) Chloride	أو	Ferric chloride	$FeCl_3$

وعلى الرغم من أن نظام ستوك هو المفضل هذه الأيام إلا أنه من الضروري معرفة النظام الأقدم كذلك . فمثلاً إذا احتاجت تجربة ما لمركب $FeCl_3$ iron(III)chloride فمن المحتمل ان نجد الزجاجة المحتوية على المادة المتفاعلة معنونة ferric chloride

الجدول (5-3) فلزات شائعة الوجود في حالتي التأكسد .

الكروم	المنجنيز	الحديد	الكوبالت
Chromium	Manganese	Iron	Cobalt
Cr^{2+}chromous	Mn^{2+}manganous	Fe^{2+}ferrous	Co^{2+}cobaltous
Cr^{3+}chromic	Mn^{3+}manganic	Fe^{3+}ferric	Co^{3+}cobaltic

الرصاص	النحاس	القصدير	الزئبق
Lead	Copper	Tin	Mercury
Pb^{2+}plumbous	Cu^{+}cuprous	Sn^{2+}stannous	Hg^{2+}mercurous (note that there are two Hg atoms)
Pb^{4+}plumbic	Cu^{2+}cupric	Sn^{4+}stannic	Hg^{2+}mercuric

وعند تسمية المركبات التساهمية الثنائية المتكونة بين عنصرين لا فلزين يفضل نظام تسمية ثالث تكون فيه أعداد كل ذرة في الجزيئ محددة ببادئة إغريقية: (2)-di, (3)-tri, (4)-tetra, (5)-penta, (6)-hexa, (7)-hepta, (8)-octa, (9)-nona, (10)-deca,وهكذا. ولايستعمل نظام ستوك عادة لهذه المركبات لأنه لا يميز بين صيغ جزيئية كما في المثالين الأولين التاليين:

ثاني اكسيد النيتروجين	nitrogen(IV)oxide nitrogen dioxide	NO_2
رابع أكسيد ثنائي النيتروجين	nitrogen (IV)oxide dinitrogen tetroxide	N_2O_4
خامس أكسيد ثنائي النيتروجين	nitrogen (V)oxide	N_2O_5

dinitrogen pentoxide

ثالث كلوريد الفوسفور PCl_3 phosphorus (III)chloride
phosphorus trichloride

خامس كلوريد الفوسفور PCl_5 phosphorus (V)chloride
phosphorus pentachloride

وفي بعض الحالات تستعمل البادئة(١)- mono ايضاً لتفادي الالتباس.

ثاني أكسيد الكربون CO_2 carbon dioxide

اول أكسيد الكربون CO carbon monoxide

2-3-3 : مركبات تحتوي على أيونات متعددة الذرات compounds containing polyatomic ions

رأينا سابقاً أن العديد من الأيونات تحتوي على أكثر من ذرة واحدة ، ويُشار إليها بشكل عام الأيونات متعددة الذرات . وتدخل هذه الأنواع في مركبات الأيونية كأنواع متميزة وتبقى دون مساس بها في معظم التفاعلات الكيميائية، وكما في حالة المركبات الثنائية نسمى المواد التي تحتوي على هذه الأيونات دائما بالأيون الموجب أولا.

ومن بعض أمثلتها:

النظام القديم		نظام ستوك	
كبريتات المنجنيز	manganous sulfate	Manganese(II)sulfate	$MnSo_4$
اوكسالات الحديديك	Ferric oxalat	Iron(III)oxalate	$Fe_2(c_2o_4)_3$

3-3-3 : الأحماض الثنائية:

من بين الأقسام الهامة من المركبات التي سنناقشها فيما بعد في هذا الكتاب مواد تسمى الأحماض .

وربما تكون قد قابلت بعض الأحماض الشائعة في المختبر. حامض الهيدروكلوريك مثلا . وبالتأكيد لا بد أنك قد تذوقت الطعم الحامض لعصير الليمون وحامض الأسيتيك في الخل . وكما سنرى ، فالأحماض هي مواد تطلق أيونات H^+ عندما تذوب في الماء .

ويتكون أحد الأنواع المهمة من الأحماض عندما يذوب في الماء مركب ثنائي مكون من الهدرجين ولا فلز (مثلا كلوريد الهيدروجين ، HCI ، أو كبريتيد الهيدروجين H_2S) ، وتسمى المحاليل المائية لهذه المركبات بالأحماض الثنائية (أو أحيانا أحماض هيدرو hydro acids) فهي تسمى (hydro…ic acid) ، حيث يتم إدخال جذع اسم اللافلز في موضع النقاط . واليك الأمثلة التالية :

حامض الهيدروفلوريك HF hydrofluoric acid
حامض الهيدروكلوريك HCI hydrochloric acid
حامض الهيدروبروميك HBr hydrobromic acid
حامض الهيدرويوديك HI hydriodic acid

وعندما يسمح لهذه الأحماض بالتفاعل على أيون الهيدروكسيد (في تفاعل يسمى بالتعادل neutralization) يتكون أنيون ، فمثلا

$$HCI + OH^- \longrightarrow H2O + CI^-$$

لاحظ أن hydro تعطي ide salts (وسنستعمل تعبير الملح salt كتعبير عام لأي مركب أيوني لا يحتوي على أيون أكسيد أو هيدروكسيد ، مثال ذلك ، كلوريد الصوديوم) .

4-3-3 : الأحماض الاكسجينية oxoacids

الأحماض الأكسجينية هي الأحماض التي تحتوي على هيدروجين ، وأكسجين وعنصر آخر واحد على الأقل . ومن أمثلتها حامض الكبريتيك ، H_2SO_4 sulfuric acid ، لاحظ أن الهيدروجين مبين أولا في الصيغة ، عندما يستطيع العنصر الثالث (S في حالة H_2SO_4) ان يوجد في أكثر من حالة تأكسد ، يكون أكثر من حامض أكسجيني ممكنا. فمثلا ، يوجد حامضان أكسجينيان للكبريت شائعان وهما H_2SO_4 وH_2SO_3 ، يحتويان على كبريت في حالات التأكسد +6 و +4 على التوالي. ويعطي الحامض المحتوي على العنصر في حالة التأكسد الأعلى اللاحقة (يك) ic– ، بينما يعطى الحامض الذي يحتوي على العنصر في حالة التأكسد الأقل اللاحقة (وز) ous– ، وبذلك يكون لدينا :

حامض الكبريتيك H_2SO_4 sulfuric acid
حامض الكبريتوز H_2SO_3 sulfurous acid

لاحظ ان البادئة (هيدرو) hydro لا تستعمل في تسمية الأحماض الاكسجينية.

تحتوي المركبات الناتجة عن تعادل هذه الأحماض على الأيونات متعددة الذرات.

والأنيون المشتق من الحامض المنتهي بالنهاية (يك)ic ينتهي بالنهاية (ات)ate- بينما الأنيون المشتق من الحامض (وز) ous ينتهي بالنهاية (يت)ite-.

كبريتات	SO_4^{2-} sulfate	حامض الكبريتيك	H_2SO_4 sulfuric acid
كبريتيت	SO_3^{2-} sulfite	حامض الكبريتوز	H_2SO_3 sulfurous acid
نترات	NO_3^- nitrate	حامض النيتريك	HNO_3 nitric acid
نيتريت	NO_2^- nitrite	حامض النيتروز	HNO_2 nitrous acid
كلورات	ClO_3^- chlorate	حامض الكلوريك	$HClO_3$ chloric acid
كلوريت	ClO_2^- chlorite	حامض الكلوروز	$HClO_2$ chlorous acid

تكون بعض العناصر أحماضا اكسيجينية في أكثر من حالتي تاكسد ، وفي هذه الحالة تستعمل البادئات (هيبو)-hypo و (فوق او بير)-per لتسمية حالات التاكسد الأقل والأعلى على الترتيب. ومن الأمثلة الجيدة على ذلك ما يحدث مع الأحماض الأكسجينية للهالوجينات.

هيبوكلوريت	ClO^- hypochlorite	هيبوكلوروز	Hypochlorous HClO
كلوريت	ClO_2^- chlorite	كلوروز	chlorous HClO2
كلورات	ClO_3^- chloate	كلوريك	chloric HClO3
بيركلورات	ClO_4^- perchlorate	بيركلوريك	perchloric HClO4

5-3-3 : الأملاح الحامضية Acid salts

يؤدي التعادل الجزيء للحامض القادر على إعطاء أكثر من H^+ واحد لكل جزيء الى تكوين أملاح تسمى الأملاح الحامضية ويبين الجدول التالي بعض الامثلة.

وعندما يتكون ملح حامضي واحد فقط (كما في حالة H_2SO_4 أو H_2CO_3)يمكن ان يسمى الملح بإضافة البادئة (باي)-bi الى اسم أنيون الحامض.

الحامض المصدر	الاملاح الحامضية
H_2SO_4	$NaHSO_4$
H_2CO_3	$NaHCO_3$
H_3PO_4	NaH_2PO_4
	Na_2HPO_4

بيكبريتات الصوديوم $NaHSO_4$ sodium bisulfate

بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ sodium bicarbonate

كما يمكن تسمية الملح بتحديد وجود H بكتابة الهيدروجين "hydrogen"

كبريتات الصوديوم الهيدروجينية $NaHSO_4$ sodium hydrogen sulfate

ثنائي هيدروجين فوسفات الصوديوم NaH_2PO_4 sodium dihydrogen phosphate

فوسفات الصوديوم الهيدروجينية Na_2HPO_4 sodium hydrogen phosphate

أو فوسفات ثنائي الصوديوم الهيدروجينية (disodium hydrogen phosphate)

لاحظ استعمال البادئة -di (داي أو ثنائي) لتبين عدد ذرات الهيدروجين (كذلك لإزالة أي غموض في عدد ذرات Na في الصيغة الأخيرة).

أسئلة

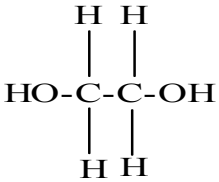
س ١ : عبر بالكلمات عن الفرق بين الصيغة الأولية ، والصيغة التركيبية والصيغ الجزيئة ؟

س ٢ : ما هي الصيغ الأولية لكل ما يلي ؟

ا ـ $(NH_4)_2S_2O_8$ ب ـ Fe_2O_3 جـ ـ Al_2Cl_6

د ـ C_6H_6 هـ ـ $C_3H_8O_3$ و ـ $C_6H_{12}O_6$

س ٣ : تستعمل مادة الإيثيلين جيليكول ، كمقاوم دائم للتجميد ولها الصيغة التركيبية



فما هي صيغتها الجزيئية وصيغتها الأولية ؟

س ٤ : اوزن المعادلات الكيميائية التالية ؟

أ ـ $ZnS + HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2S$

ب ـ $HCl + Cr \longrightarrow CrCl_3 + H_2$

ج ـ $Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow NaI + Na_2S_4O_6$

س ٥ : حلل سائل الفريون المندفع في رذاذ ، ووجد أن لمينة منه تحتوي على

2.5 g Cl و 0.423g C و 1.34g F .

فما هي الصيغة الأولية لهذه المادة ؟

س ٦ : سائل للتنظيف الجاف يتكون من كربون وكلور ، ووجد أن المركب يتكون من

85.5%Cl , 14.5%C وزنا . فما هي الصيغة الأولية لهذا المركب ؟

س ٧ : وجد أن عينة من ملوث الهواء مكون من الكبريت والأكسجين تحتوي على 1.4g كبريت ، و2.10g أكسجين .

فما هي الصيغة الأولية لهذه المادة ؟

س ٨ : اكتب الصيغة الكيميائية للمركبات التالية :

1) Nitric Acid .
2) Hypochlorous Acid .
3) Potassium dihydrogern phosphate .
4) Hydrobromic Acid .
5) Ferrous Oxalate .
6) Barium phosphate.
7) Magnesium Carbonate .
8) Nitrogen Dioxide .
9) Ammonium Dicarbnate .
10) Chromic phosphate .
11) Iron (III) Iodide .
12) Cuprous Nitrate .
13) Calcium Acetate .
14) Mangnese (II) sulfate .

س ٩ : اكتب الاسم الكيميائي باللغة الإنجليزية لكل ما يلي :

1 – HNO_2 2 – $HClO_4$
3 – H_2SO_4 4 – $LiHSO_4$
5 – $MnSO_4$ 6 – $AgNO_3$
7 - N_2O_4 8 – $Sr(OH)_2$
9 – $Al_2(SO_4)_3$ 10 – $CaCO_3$
11 – $BaBr_2$ 12 – CuCl
13 – $NaClO_2$ 14 – $Mg(ClO_4)_2$
15 – NH_4OH