

## مختبر رقم (1)

### عنوان التمرين: حسابات الصيغة الكيميائية للمعادن

اولا: المعادن التي لا تحتوي على الاوكسجين في صيغتها الكيميائية:

يعرف المعدن بأنه مادة صلبة غير عضوية متجانسة تكونت بفعل الطبيعة ولها خواص فيزيائية معينة ولها تركيب كيميائي ثابت ونظام بلوري مميز.

توجد بعض العناصر كالذهب والخاصين والكبريت في حالة غير متحدة مع غيرها وتكون صيغتها formulas كرمزها العنصري، لكن اغلب المعادن تتميز بوجود مركبات تتكون من عنصرين أو اكثر وصيغتها الكيميائية تدل على نسبة العناصر الداخلة في تركيبها وعلى سبيل المثال فان في معدن الكالينا (Galena PbS) توجد ذرة واحدة من الكبريت لكل ذرة رصاص وفي معدن الجالكوبايرايت Chalcopyrite  $CuFeS_2$  توجد ذرتين من الكبريت لكل ذرة نحاس وحديد.

يمكن استنتاج الصيغ الكيميائية Chemical Formulas للمعادن من التحاليل الكيميائية الكمية، وهذه التحاليل تعطي النسبة المئوية الوزنية للعناصر التي تعطي من قبل الكيميائي ومجموعها يزيد أو يقل بشيء ضئيل عن 100% تامل تحليل معدن الجالكوبايرايت في الجدول ادناه.

Qualitative analysis	WT% Quantities analysis (1)	Recalculated WT% (2)	Atomic weight (3)	Atomic proportion (4)	Atomic ratios (5)
Cu	33.957	34.40	63.54	0.54139	1
Fe	30.284	30.68	55.85	0.54932	1
S	34.473	34.92	32.07	1.08886	2
	98.71	100.00			

النسب في العمود رقم (1) اعطيت من قبل الكيميائي ثم عدلت واصبح مجموعها 100 في العمود رقم (2) بتقسيم هذه الارقام على المجموع (98.71) ثم ضرب الناتج في 100 وبما

ان العناصر لها اوزان ذرية مختلف لذلك فالنسبة المئوية لا تمثل النسبة بين الذرات المختلفة، وللوصول إلى العلاقة الجزيئية تقسم النسبة المئوية لكل عنصر على وزنه الذري للحصول على سلسلة من الارقام (عمود رقم 4) التي تمثل الاجزاء الذرية والتي منها يستنتج النسب الذرية (عمود رقم 5).

1: ففي معدن الجالكوبيرايت تكون النسب بين العناصر Fe: Cu: S بشكل  
2: 1 لذلك فان ( $CuFeS_2$ ) هي الصيغة الكيميائية للمعدن المذكور، ان الخطوات التي ذكرت اعلاه لحساب الصيغة الكيميائية تطبق على المعادن التي لا تحتوي على الاوكسجين في تركيبها الكيميائي.

### تمارين:

1- احسب الصيغة الكيميائية لمعدن الجالكوبيرايت إذا علمت ان الجهاز الامتصاص الذري اظهر النتائج التالية:

Cu= 34.36 Wt%, Fe= 30.61 Wt%, S= 35.01 Wt%.

2- احسب الصيغة الكيميائية لمعدن السفاليرايت، إذا علمت ان النسب المئوية الوزنية للعناصر كانت كما مبينة ادناه:

Fe = 18.25, Mn= 2.66, Zn= 44.67, S= 33.57.

3- احسب لنسبة الوزنية Wt% في معدن الكريولايت الذي صيغته الكيميائية  $Na_3AlF_6$

Atomic Wt.			
Cu: 63.546	Fe: 55.85	Mn: 54.94	Zn: 63.37
Al: 26.98	F: 19	S: 32	Na: 22.99

## ثانيا: المعادن التي تحتوي على الاوكسجين في صيغتها الكيميائية:

توجد اغلب المعادن بشكل مركبات اكاسيد، وعادة تسجل التحاليل الكيميائية للمعادن كنسبة مئوية لهذا الاكاسيد، وياتباع نفس الحسابات التي ذكرت في حساب الصيغة الكيميائية للمعادن التي لا تحتوي على اوكسجين والتي ذكرت في السابق، تعين اولا نسب الاكاسيد ولكن في هذه الحالة تقسيم النسب المئوية الوزنية (المعدلة) على الاوزان الجزيئية (مجموع الاوزان الذرية للعناصر في تركيب الاكاسيد) وكمثال تامل تحليل معدن الجبس ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) Gypsum التالي:

Qualitative analysis	WT% Quantities analysis (1)	Recalculated WT% (2)	Molecular weight (3)	Molecular proportion (4)	Molecular ratios (5)
CaO	32.44	32.51	56.08	0.5797	1
SO <sub>3</sub>	46.61	46.71	80.07	0.58336	1
H <sub>2</sub> O	20.74	20.78	18.00	1.15444	2
	99.79	100.00			

من النسب الجزيئية في العمود رقم (5) نرى ان:



ان معظم المحاليل أو المنصهرات التي تتبلور منها المعادن المختلفة تحوي في الغالب على عدد من العناصر وبنسب مختلفة مما يجعل فرصة الاستبدال أو الاحلال الذري كبيرة بين العناصر، لذلك تكون المركبات النقية نادرة في الطبيعة وان عددا من الايونات المختلفة يمكن ان تحتل موقعا في التركيب البلوري والذري وينتج عنه في بعض الاحيان صيغ كيميائية معقدة فعلى سبيل المثال، في معدن الاوليفين  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{SiO}_4$  olivine يحدث بين Fe و Mg استبدال أو احلال الواحد بـمكان الاخر وبجميع النسب ولذلك تتكون سلسلة كاملة من المحاليل الصلبة (solid solutions) بين معدن الفورسترايت ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ) Forsterite ومعدن

الفايلات (Fayalite (Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) مع وجود كميات قليلة من عنصري Ca, Mn ضمن التحليل  
تأمل التحليل الكيميائي المذكور ادناه:

	1	2	3	4	5	6	7
Qualitative Analysis	WT% Quantities Analysis	Recalculated WT%	Molecular Weight	Molecular Proportion	Atomic proportion	Anions	Cations
SiO <sub>2</sub>	34.96	35.21	60.09	0.5860	1.172	1.9770	0.99
FeO	36.77	37.03	71.85	0.5154	0.5154	0.8699	0.87
MnO	0.52	0.53	70.94	0.0075	0.0075	0.0126	0.01
MgO	27.04	27.23	40.31	0.6755	0.6755	1.1398	1.14
	99.29	100.00			T=2.3706	3.999	

$$R = \frac{4}{T} = \frac{4}{2.3706} = 1.6873$$

وللوصول إلى الصيغة الكيميائية لمعدن الاولفين في المثال اعلاه من التحليل فانه يستلزم ان نجد النسب الذرية المبنية في العمودين 5 و 6 ان الارقام المسجلة في العمود رقم 5 ناتجة من المقارنة بين نسبة الايون الموجب إلى الايون السالب للاوكسيد (مثلا نسبة O: Si في اوكسيد السليكون 2: 1) لذا يضرب الرقم  $0.5860 \times 2$  الموجود في العمود رقم 4 ويسجل في العمود رقم 5 تجمع بعدها الارقام الناتجة في العمود رقم 5 ويكون مجموعها يساوي تقريبا عدد ذرات الاوكسجين الموجود اصلا في المعدن وفي مثالنا الحالي تساوي 4، ثم تحسب عدد الايونات الموجبة (العمود رقم 7) من خلال ضرب الارقام المسجلة في العمود رقم 6 في نسبة الايونات الموجبة إلى الايونات السالبة لكل اوكسيد.

ان الصيغة الكيميائية لمعدن الاولفين من التحليل اعلاه يمكن ان تكتب:



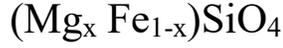
ان كمية Mn قليلة وغير مهمة لذلك تهمل وتحول كميات عنصري Fe, Mg إلى نسب

مئوية لذا تصبح الصيغة الكيميائية النهائية لمعدن الاولفين في التحليل المعطي كالآتي:



ففي سلسلة المحاليل الصلبة لمعدن الاوليفين تكون نسبة Si:Mg+Fe هي دائما 2:1

لذلك تكتب الصيغة العامة لهذا المعدن كالآتي:



حيث x يمكن ان يكون من صفر إلى واحد.

ويمكن حساب التركيب لأي معدن من صيغته الكيميائية مباشرة بعد تعيين النسب المئوية

الوزنية للعناصر أو الاكاسيد المختلفة في 100 جزء من المعدن، وكمثال ان معدن الاوليفين

المذكور اعلاه بصيغته  $(Mg_{0.57} Fe_{0.43})_2 SiO_4$  يمكن تعيين التركيب الكيميائي النظري له ما

يلي:

النسب المئوية الوزنية	الاوزان الجزئية	
27.39	$45.96 = 2 * 0.57 * 40.32$	MgO
36.82	$61.79 = 2 * 0.43 * 71.85$	FeO
35.79	$60.08 = 1 * 60.08$	SiO <sub>2</sub>
100.00	المجموع 167.81	

## تمارين:

س1: احسب الصيغة الكيميائية لمعدن الاوليفين ونسبة الاحلال فيه إذا النسب المئوية الوزنية للاكاسيد الداخلة فيه كما مدونة ادناه وان اربع ذرات اوكسجين تشترك في وحدة الخلية.

$$\text{SiO}_2 = 31.85$$

$$\text{FeO} = 58.64$$

$$\text{MnO} = 0.85$$

$$\text{MgO} = 8.49$$

س2: احسب الصيغة الكيميائية للمعدن التالي إذا علمت ان النسب المئوية الوزنية للاكاسيد الداخلة فيه هي كما مدونة وان ثمان ذرات اوكسجين تدخل في الصيغة الكيميائية للمعدن.

$$\text{SiO}_2 = 64.766$$

$$\text{K}_2\text{O} = 16.92$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 18.312$$

س3: احسب النسبة الوزنية للاكاسيد الداخلة في المعدنين التاليين:

1- Anorthite  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ .

2-  $\text{Fo}_{85}$

جدول يوضح الاوزان الذرية والاوزان الجزيئية لبعض العناصر والمركبات:

الاوزان الجزيئية	الاوزان الذرية	الاوزان الذرية
$\text{SiO}_2 = 60.09$	$\text{F} = 19$	$\text{Ti} = 47.90$
$\text{Al}_2\text{O}_3 = 101.94$	$\text{Cl} = 35.457$	$\text{Mn} = 54.94$
$\text{CaO} = 56.08$	$\text{S} = 32.066$	$\text{Fe} = 55.85$
$\text{MgO} = 40.32$	$\text{H} = 1.008$	$\text{Ni} = 58.71$
$\text{FeO} = 71.85$	$\text{C} = 12.011$	$\text{Cu} = 63.456$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 159.70$	$\text{O} = 16$	$\text{Zn} = 63.37$
$\text{MnO} = 70.94$	$\text{Na} = 22.99$	$\text{Ag} = 107.37$
$\text{Na}_2\text{O} = 61.982$	$\text{Mg} = 24.305$	$\text{Cd} = 112.40$
$\text{K}_2\text{O} = 94.20$	$\text{Al} = 26.98$	$\text{Pb} = 207.20$
$\text{TiO} = 79.90$	$\text{Si} = 28.086$	$\text{Sb} = 121.75$
$\text{ZnO} = 81.38$	$\text{K} = 39.102$	$\text{As} = 74.92$
$\text{H}_2\text{O} = 18.016$	$\text{Ca} = 40.08$	$\text{Sn} = 118.69$

