الباب الأول

الذرة الجرامية ـ المول (الجزىء الجرامى) ـ المكافئ الجرامى

أمثلة محلولة :

مثال (١) :

كم عدد ذرات ١,٠٠ جرام من النحاس ؟

الحل :

نعرف أن هناك دائماً ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} ذرات لأى عنصر فى الوزن الذرى الجرامى لهذا العنصر . ومن جدول الأوزان الذرية نتبين أن الوزن الذرى الجرامى (الذرة الجرامية) للنحاس يزن ٦٣,٥٤ جرام

وبذلك يكون الجرام من النحاس مساو $\frac{١,٠٠}{٦٣,٥٤}$ أو ٠,٠١٥٧ ذرة جرامية :

عدد ذرات ١,٠٠ جرام من النحاس = ٠,٠١٥٧ × ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} = ٩,٤٥ × ١٠^{٢١} ذرات

مثال (٢) :

إذا أعطيت ٥,٠٠ جرام من الكبريت وطلب منك تحضير مركب يحتوى على ذرتين كروم لكل ثلاث ذرات كبريت ، كم جرام من الكروم تحتاج إليها ؟

الحل :

إذا احتوى المركب على ذرتين كروم لكل ثلاث ذرات كبريت فهذا معناه أن ضعف الوزن الذرى الجرامى من الكروم يتحد مع ثلاثة أوزان ذرية جرامية من الكبريت لتكوين هذا المركب . الوزن الذرى الجرامى للكروم يزن ٥١,٩٩٦ جم والوزن الذرى الجرامى للكبريت يزن ٣٢,٠٦٤ جم وبذلك فإن ٢ × ٥١,٩٩٦ أو ١٠٣,٩٩٢ جم من الكروم تحتاج إلى ٣ × ٣٢,٠٦٤ أو ٩٦,١٩٢ جم من الكبريت ٥

وزن الكروم اللازم للاتحاد مع ٥,٠٠ جم كبريت .

$$= \frac{٥,٠٠}{٩٦,١٩٢} \times ١٠٣,٩٩٢ = ٥,٤٠ \text{ جم من الكروم}$$

مثال (٣) :

كم عدد الجزيئات الجرامية من خامس أكسيد الفسفور (P_2O_5) يمكن تحضيرها من اتحاد ٥,٠٠ جم فسفور مع ٢,٠٠ جم أكسيجين ؟

الحل :

$$\text{٥,٠٠ جم فسفور} = \frac{٥,٠٠}{٣٠,٩٧٤} = ٠,١٦١ \text{ ذرة جرامية فسفور}$$

$$\text{٢,٠٠ جم أكسيجين} = \frac{٢,٠٠}{١٥,٩٩٩} = ٠,١٢٥ \text{ ذرة جرامية أكسيجين}$$

وللحصول على P_2O_5 تحتاج أن تكون نسبة الذرات الجرامية من الأكسجين إلى الفسفور تساوى ٥ إلى ٢ . وهذه النسبة لا تتوافر فى الأعداد التى حسبت والتى تدانا على أن هناك زيادة من الفسفور وبذلك فإن كمية الأكسجين تحدد كمية ناتج التفاعل .

وحيث أننا نحصل على جزىء جرامى من P_2O_5 بتفاعل خمسة ذرات جرامية من الأكسجين فإن ٠,١٢٥ ذرة جرامية من الأكسجين تعطى :

$$٠,١٢٥ \times \frac{١}{٥} = ٠,٠٢٥٠ \text{ جزيئى جرامى } P_2O_5 .$$

مثال (٤) :

المورفين مركب معقد يحتوى بالإضافة إلى مكونات أخرى على ٦٧,٣ ٪ ، ٤,٦ ٪ نتروجين : كم يكون نسبة عدد ذرات الكربون إلى النتروجين فى هذا المركب ؟

الحل :

إذا فرض أن لدينا ١٠٠ جرام مورفين فسيكون منها ٦٧,٣ جم كربون ، ٤,٦ جم نتروجين . وحيث أن الأوزان الذرية للكربون والنتروجين تساوى ١٢,٠١١ ، ١٤,٠٠٦٧ فإن :

$$\text{٦٧,٣ جم كربون} = \frac{٦٧,٣}{١٢,٠١١} = ٥,٦٠ \text{ ذرة جرامية كربون}$$

$$\text{٤,٦ جم نتروجين} = \frac{٤,٦}{١٤,٠٠٦٧} = ١,٣٣ \text{ ذرة جرامية نتروجين}$$

وحيث أن النسبة بين الذرات الجرامية يدل مباشرة على النسبة بين عدد الذرات فإن نسبة ٥,٦٠

ذرة جرامية كربون إلى ٠,٣٣ ذرة جرامية نتروجين هى نفسها كنسبة ٥,٦٠ ذرة كربون إلى ٠,٣٣ ذرة نتروجين أو ١٧ ذرة كربون لكل ذرة نتروجين .

مثال (٥) :

كم عدد المكافئات الجرامية فى $٣,٦٦ \times ١٠^{٢٢}$ جزيئات يد كل ؟

الحل :

الجزىء الجرامى من يد كل يحتوى $٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$ جزيئات . وبذلك يكون $٣,٦٦ \times ١٠^{٢٢}$ جزيئات $= \frac{١٠ \times ٣,٦٦}{٢٣١٠ \times ٦,٠٢}$ ٠,٠٦٠٨ جزىء جرامى .

المول أو الجزىء الجرامى يد كل يعطى مول من أيونات الهيدروجين ولذا فهو يساوى المكافئ الجرامى . ولذلك ٠,٠٦٠٨ مول يد كل هو ٠,٠٦٠٨ مكافئ جرامى .

مثال (٦) :

كم عدد المكافئات الجرامية فى ٢,٠٠ جرام هيدروكسيد كالسيوم ؟

الحل :

الجزىء الجرامى $Ca(OH)_2$ يعطى ٢ مول OH^- ولذا فهو يساوى مكافئين جراميين. وحيث أن الجزىء الجرامى من $Ca(OH)_2$ يزن ٧٤,٠٩ جم فإن المكافئ الجرامى يزن $\frac{٧٤,٠٩}{٢} =$ ٣٧,٠٤ جم هيدروكسيد كالسيوم

٢,٠٠ جم $Ca(OH)_2 = \frac{٢,٠٠}{٣٧,٠٤} =$ ٠,٠٥٤٠ مكافئ جرامى .

مثال (٧) :

إذا أعطيت عينة تحتوى على ٠,٢٠٦ مكافئ — جرامى هيدروكسيد كالسيوم . كم جرام حمض فسفوريك يلزم لتعادل العينة عند تمام التفاعل .

الحل :

٠,٢٠٦ مكافئ جرامى من القاعدة يلزمها ٠,٢٠٦ مكافئ جرامى من الحمض . وفى حالة حمض الفسفوريك الجزىء الجرامى يساوى ٣ مكافئات جرامية . وللحصول على ٠,٢٠٦ مكافئ جرامى حمض فسفوريك تحتاج إلى ٠,٢٠٦ $\times \frac{١}{٣} =$ ٠,٠٦٨٧ جزىء جرامى

وحيث أن ١ جزىء جرامى H_3PO_4 يزن ٩٧.٩٩٥ جم ، فإن :

٠,٠٦٨٧ جزىء جرامى H_3PO_4 = ٠,٠٦٨٧ × ٩٧,٩٩٥ = ٦.٧٣ جم

مثال (٨) :

كم عدد المكافئات الجرامية من العامل المختزل للازمة لاختزال واحد مول من $Cr_2O_7^{=}$ فى الوسط الحمضى علماً بأن $Cr_2O_7^{=}$ يختزل فى الوسط الحمضى إلى Cr^{+3}.

الحل :

يختزل الكروم من + ٦ فى $Cr_2O_7^{=}$ إلى + ٣ فى Cr^{+3} أى أن كل ذرة كروم تلتقط ثلاثة الكترونات ، وكل أيون $Cr_2O_7^{=}$ يحتاج إلى ٦ الكترونات وبذلك واحد مول $Cr_2O_7^{=}$ يحتاج الى ٦ مول الكترونات ويمثل ٦ مكافئات جرامية من العامل المؤكسد .

المول من $Cr_2O_7^{=}$ يلزمه ٦ مكافئات جرامية من العامل المختزل .

مثال (٩) :

كم جرام $K_2Cr_2O_7$ تلزم لأكسدة ١.٦٥ × ١٠$^{-٢}$ مكافئ جرامى من Sn^{++} فى التفاعل :

$$Sn^{++} + Cr_2O_7^{=} \longrightarrow Sn^{+4} + Cr^{+3}$$

الحل :

المكافئ الجرامى من العامل المختزل يلزمه مكافئ جرامى من العامل المؤكسد .

١,٦٥ × ١٠$^{-٢}$ مكافئ جرامى من Sn^{++} يلزمه ١,٦٥ × ١٠$^{-٢}$ مكافئ جرامى $K_2Cr_2O_7$ وحيث أن واحد مكافئ جرامى $K_2Cr_2O_7$ يساوى $\frac{١}{٦}$ جزىء جرامى ويزن $\frac{١}{٦}$ × ٢٩٤.١٩٢ = ٤٩.٠٣٢ جم .

إذاً وزن بيكرومات البوتاسيوم اللازمة = ١.٦٥ × ١٠$^{-٢}$ × ٤٩,٠٣٢ = ٠,٨٠٩ جرام $K_2Cr_2O_7$

أسئلة وتمارين إضافية :

١ ــ يتكون السيليكون فى الطبيعة تبعاً للتوزيع الآتى من النظائر :

Si^{28} كتلته ٢٧,٩٧٧٦ و ك ذ وانتشاره ٩٢,٢٨ ٪ ،

Si^{29} كتلته ٢٨,٩٧٧٣ و ك ذ وانتشاره ٤,٦٧ ٪ ،

Si^{30} كتلته ٢٩,٩٧٣٥ و ك د وانتشاره ٣.٠٥ ٪ .

احسب الوزن الذرى الكيميائى للسيليكون (الجواب ٢٨,٠٩)

٢ — ما هو وزن ذرة كلور علماً بأن الوزن الذرى للكلور هو ٣٥,٤٥٣ .

(الجواب ٥,٨٩ × ١٠ $^{-٢٣}$ جرام للذرة)

٣ — إذا تفاعل ٢,٠٤ جرام من الفاناديوم (V) مع ١,٩٣ جرام من الكبريت (S) ونتج مركب نقى . أوجد الصيغة البسيطة للمركب .

(الجواب : V_2S_3)

٤ — إذا علم أن الصيغة الكيميائية البسيطة للنيكوتين هى C_5H_7N . احسب تركيبة بالنسبة المئوية بالوزن .

(الجواب = ٧٤,٠٣ ٪ كربون ، ٨,٧٠ ٪ هيدروجين ، ١٧,٢٧ ٪ نتروجين)

٥ — ما هى الصيغة الكيمائية البسيطة للمركب الذى أعطى نتائج التحليل التالية : ٧٦,٨٦ ٪ كربون ، ١٢,٩٠ ٪ هيدروجين ، ١٠,٢٤ ٪ أكسجين .

(الجواب : $C_{10}H_{20}O$)

٦ — يحتوى مخلوط وزنه ٠,٦٨٨ جرام على ١,٦٥ × ١٠ ^{٢١} جزىء من المادة س ، ١,٨٥ × ١٠ ^{٢١} جزىء من المادة ص ، وإذا علم أن الوزن الجزيئى للمادة س هو ٤٢,٠ و ك ذ ، احسب الوزن الجزيىء للمادة ص .

(الجواب : ١٨٧ و ك ذ)

٧ — من بين الثلاث عينات التالية ما هى العينة التى تحتوى على العدد الأكبر من الذرات :
(أ) ٦,٧٠ جم حديد ، (ب) ٠,١١ ذرة جرامية حديد ، (حـ) ٧,٨٣ × ١٠ ^{٢٢} ذرة حديد

(الجواب : تحتوى العينة (حـ) على العدد الأكبر من الذرات) .

٨ — كم عدد جزيئات H_2O فى قطرة ماء حجمها ٠,٠٥ مل علماً بأن كثافة الماء ١,٠ جم / مل تقريباً .

(الجواب : ٢ × ١٠ ^{٢١} جزىء)

٩ — كم عدد الجزيئات الجرامية من حمض الكبريتيك (H_2SO_4) يلزم لإتمام تعادل مخلوط يحتوى على ٠,٠٦٩ مكافئ جرامى هيدروكسيد صوديوم (NaOH) ، ٠,٠٣٠ مكافئ جرامى هيدروكسيد باريوم ($Ba(OH)_2$) .

(الجواب : ٠,٠٥٠ جزىء جرامى)

١٠ – إذا كان لديك مخلوط يحتوى على هيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الباريوم ويزن ٢,٠ جرام . وإذا علم أنه يلزم ٠,٠٢٨١ مكافئ جرامى حمض هيدروكلوريك لمعادلة المخلوط . أوجد تركيب المخلوط بالنسبة المئوية بالوزن .

(الجواب : ٣٨,٧ ٪ هيدروكسيد بوتاسيوم ، ٦١.٣ ٪ هيدروكسيد باريوم).

١١ – احسب وزن حمض الاكزاليك ($H_2C_2O_4$) اللازم لاختزال ٧,٨٣ × ١٠$^{-٤}$ مكافئ جرامى من برمنجنات البوتاسيوم تبعاً للمعادلة :

$$H_2C_2O_4 + MnO_4^- \rightarrow CO_2 + Mn^{++}$$

(الجواب : ٠.٣٥٢ جم)

١٢ – كم مول $Cr_2O_7^=$ يلزم لأكسدة ١.٦٥ × ١٠$^{-٢}$ مكافئ جرامى Sn^{++} فى التفاعل :

$$Sn^{++} + Cr_2O_7^= \rightarrow Sn^{++} + Cr^{+3}$$

(الجواب : ٢.٧٥ × ١٠$^{-٣}$ مول)