

## الباب الأول

الذرة الجرامية - المول (الجزء الجرامى) - المكافئ الجرامى

أمثلة محلولة :

مثال ( ١ ) :

كم عدد ذرات ١.٠٠ جرام من النحاس ؟

الحل :

نعرف أن هناك دائماً  $6,02 \times 2310$  ذرات لأى عنصر فى الوزن الذرى الجرامى لهذا العنصر .  
ومن جدول الأوزان الذرية نبتين أن الوزن الذرى الجرامى ( الذرة الجرامية ) للنحاس يزن ٦٣.٥٤ جرام

وبذلك يكون الجرام من النحاس مساو  $\frac{1,00}{63,54}$  أو  $0,0157$  ذرة جرامية :

عدد ذرات ١.٠٠ جرام من النحاس =  $0,0157 \times 6,02 \times 2310 = 2110 \times 9,45$  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  $2 \times 51,996$  أو  $103,992$  جم من الكروم تحتاج إلى  $3 \times 32,064$  أو  $96,192$  جم من الكبريت .

وزن الكروم اللازم للاتحاد مع ٥.٠٠ جم كبريت .

$$= \frac{5,00}{96,192} \times 103,992 = 5,40 \text{ جم من الكروم}$$

مثال ( ٣ ) :

كم عدد الجزئيات الجرامية من خامس أكسيد الفسفور ( $P_2O_5$ ) يمكن تحضيرها من اتحاد ٥٠٠ جم فسفور مع ٢٠٠٠ جم أكسجين ؟

الحل :

$$٥٠٠ \text{ جم فسفور} = \frac{٥٠٠}{٣٠.٩٧٤} = \text{ذرة جرامية فسفور} \cdot ٠.١٦١$$

$$٢٠٠٠ \text{ جم أكسجين} = \frac{٢٠٠٠}{١٥.٩٩٩} = \text{ذرة جرامية أكسجين} \cdot ٠.١٢٥$$

وللحصول على  $P_2O_5$  تحتاج أن تكون نسبة الذرات الجرامية من الأكسجين إلى الفسفور تساوي ٥ إلى ٢ . وهذه النسبة لا تتوافر في الأعداد التي حسبت والتي تداها على أن هناك زيادة من الفسفور وبذلك فإن كمية الأكسجين تحدد كمية ناتج التفاعل .

وحيث أننا نحصل على جزئية جرامية من  $P_2O_5$  بتفاعل خمسة ذرات جرامية من الأكسجين فإن ٠.١٢٥ ذرة جرامية من الأكسجين تعطي :

$$٠.١٢٥ \times \frac{١}{٥} = ٠.٠٢٥٠ \text{ جزئية جرامية } P_2O_5 .$$

مثال ( ٤ ) :

المورفين مركب معقد يحتوي<sup>٢</sup> بالإضافة إلى مكونات أخرى على ٦٧.٣ % - ٤.٦ % نيتروجين . كم يكون نسبة عدد ذرات الكربون إلى النيتروجين في هذا المركب ؟

الحل :

إذا فرض أن لدينا ١٠٠ جرام مورفين فيسكون منها ٦٧.٣ جم كربون ، ٤.٦ جم نيتروجين . وحيث أن الأوزان الذرية للكربون والنيتروجين تساوي ١٢.٠١١ - ١٤.٠٠٦٧ فإن :

$$٦٧.٣ \text{ جم كربون} = \frac{٦٧.٣}{١٢.٠١١} = \text{ذرة جرامية كربون} \cdot ٥.٦٠$$

$$٤.٦ \text{ جم نيتروجين} = \frac{٤.٦}{١٤.٠٠٦٧} = \text{ذرة جرامية نيتروجين} \cdot ١.٣٣$$

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 نروجين هي نفسها كنسبة ٥,٦٠ ذرة كربون إلى ٠,٣٣ ذرة نروجين أو ١٧ ذرة كربون لكل ذرة نروجين .

مثال (٥) :

كم عدد المكافئات الجرامية في  $٢٢١٠ \times ٣,٦٦$  جزيئات يد كل ؟

الحل :

الجزء الجرامى من يد كل يحتوى  $٢٣١٠ \times ٦,٠٢$  جزيئات ، وبذلك يكون  $٢٢١٠ \times ٣,٦٦$

$$\text{جزيئات} = \frac{١٠ \times ٣,٦٦}{٢٣١٠ \times ٦,٠٢} \times ٠,٠٦٠٨ \text{ جزىء جرامى .}$$

المول أو الجزء 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 في ٢,٠٠ جرام هيدروكسيد كالسيوم ؟

الحل :

الجزء الجرامى الجرامى  $\text{Ca(OH)}_2$  يعطى ٢ مول  $\text{OH}^-$  ولذا فهو يساوى مكافئين جراميين . وحيث

$$\text{أن الجزء الجرامى من } \text{Ca(OH)}_2 \text{ وزن } ٧٤,٠٩ \text{ جم فإن المكافئ الجرامى وزن} = \frac{٧٤,٠٩}{٢} = ٣٧,٠٤ \text{ جم هيدروكسيد كالسيوم}$$

$$٢,٠٠ \text{ جم } \text{Ca(OH)}_2 = \frac{٢,٠٠}{٣٧,٠٤} = ٠,٥٤٠ \text{ مكافئ جرامى .}$$

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 الجزء 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 :

$$٠.٠٦٨٧ \text{ جزىء جرامى } H_3PO_4 = ٩٧.٩٩٥ \times ٠.٠٦٨٧ = ٦.٧٣ \text{ جم}$$

مثال (٨) :

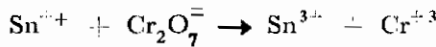
كم عدد المكافئات الجرامية من العامل المختزل اللازمة لاختزال واحد مول من  $Cr_2O_7^{2-}$  فى الوسط الحمضى عنماً بأن  $Cr_2O_7^{2-}$  يختزل فى الوسط الحمضى إلى  $Cr^{+3}$ .

الحل :

يختزل الكروم من  $+٦$  فى  $Cr_2O_7^{2-}$  إلى  $+٣$  فى  $Cr^{+3}$  أى أن كل ذرة كروم تلتقط ثلاثة الكترونات ، وكل أيون  $Cr_2O_7^{2-}$  يحتاج إلى ٦ الكترونات وبذلك واحد مول  $Cr_2O_7^{2-}$  يحتاج الى ٦ مول الكترونات ويمثل ٦ مكافئات جرامية من العامل المؤكسد .  
المول من  $Cr_2O_7^{2-}$  يلزمه ٦ مكافئات جرامية من العامل المختزل .

مثال (٩) :

كم جرام  $K_2Cr_2O_7$  نلزم لأكسدة  $١٠^{-٢} \times ١.٦٥$  مكافىء جرامى من  $Sn^{+٢}$  فى التفاعل :



الحل :

المكافىء الجرامى من العامل المختزل يلزمه مكافىء جرامى من العامل المؤكسد .  
 $١٠^{-٢} \times ١.٦٥$  مكافىء جرامى من  $Sn^{+٢}$  يلزمه  $١٠^{-٢} \times ١.٦٥$  مكافىء جرامى  $K_2Cr_2O_7$  وحيث أن واحد مكافىء جرامى  $K_2Cr_2O_7$  يساوى  $\frac{١}{٦}$  جزىء جرامى ويزن  $\frac{١}{٦} \times ٢٩٤.١٩٢ = ٤٩.٠٣٢$  جم .

إذا وزن بيكرومات البوتاسيوم اللازمة  $= ١٠^{-٢} \times ١.٦٥ \times ٤٩.٠٣٢ = ٠.٨٠٩$  جرام  $K_2Cr_2O_7$

أسئلة وتمارين إضافية :

١ - 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 ذ وانتشاره ٣.٠٥ % .

(الجواب ٢٨.٠٩)

احسب الوزن الذرى الكيمىائى للسيليكون

٢ - ما هو وزن ذرة كلور علماً بأن الوزن الذرى للكلور هو ٣٥.٤٥٣ .

(الجواب  $٥.٨٩ \times ١٠^{-٢٣}$  جرام للذرة)

٣ - إذا تفاعل ٢.٠٤ جرام من الفاناديوم (V) مع ١.٩٣ جرام من الكبريت (S) ونتج مركب ثقي . أوجد الصيغة البسيطة للمركب .

(الجواب :  $V_2S_3$ )

٤ - إذا علم أن الصيغة الكيميائية البسيطة للنيكوتين هي  $C_{10}H_{14}N_2$  . احسب تركيبة بالنسبة الثبوتية بالوزن .

(الجواب = ٧٤.٠٣٪ كربون ، ٨.٧٠٪ هيدروجين ، ١٧.٢٧٪ نيتروجين)

٥ - ما هي الصيغة الكيميائية 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  $١.٦٥ \times ٢١٠$  جزء من المادة س ،  $١.٨٥ \times ٢١٠$  جزء من المادة ص ، وإذا علم أن الوزن الجزيئى للمادة س هو ٤٢.٠ و ك ذ ، احسب الوزن الجزيئى للمادة ص .

(الجواب : ١٨٧ و ك ذ)

٧ - من بين الثلاث عينات التالية ما هي العينة التي تحتوى على العدد الأكبر من الذرات : (أ) ٦.٧٠ جم حديد ، (ب) ٠.١١ ذرة جرامية حديد ، (ج)  $٧.٨٣ \times ٢٢١٠$  ذرة حديد

(الجواب : تحتوى العينة (ج) 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 :  $٢ \times ٢١٠$  جزء)

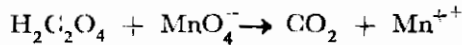
٩ - كم عدد الجزيئات الجرامية من حمض الكبريتيك ( $H_2SO_4$ ) يلزم لإتمام تعادل مخلوط يحتوى على ٠.٠٦٩ مكافئ جرامى هيدروكسيد صوديوم (NaOH) . ٠.٠٣٠ مكافئ جرامى هيدروكسيد باريوم ( $Ba(OH)_2$ ) .

(الجواب : ٠.١٥٠ جزء جرامى)

١٠- إذا كان لديك مخلوط يحتوى على هيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الباريوم ويزن ٢٠٠ جرام : وإذا علم أنه يلزم ٠.٠٢٨١ مكافئ جرابى حمض هيدروكلوريك للمعادلة المخلوط : أوجد تركيب المخلوط بالنسبة المئوية بالوزن .

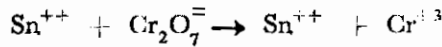
( الجواب : ٣٨,٧ ٪ هيدروكسيد بوتاسيوم ، ٦١,٣ ٪ هيدروكسيد باريوم ) .

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



( الجواب : ٠,٣٥٢ جم )

١٢- كم مول  $Cr_2O_7^{=}$  يلزم لأكسدة  $١,٦٥ \times ١٠^{-٢}$  مكافئ جرابى  $Sn^{++}$  فى التفاعل :



( الجواب :  $٢,٧٥ \times ١٠^{-٣}$  مول )