الباب السادس الحساب الكيميائي

الكتلة الجزيئية
مجموع كتل الذرات الداخلة في تركيب الجزئ — **وحدة قياسها** : وحدة كتل ذرية (و.ك.ذ)

المـول
الكتلة الجزيئية معبراً عنها بالجرامات — **وحدة قياسها** : جرام

ملحـوظـة :	**الجرام = ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} و.ك.ذ**

المول الواحد من أي مادة يحتوي على عدد من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات يعرف بعدد أفوجادرو ويساوي **(٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣})**

عدد أفوجادرو
عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات الموجودة في مول واحد من المادة

أمثلة : **(١)** ١ مول من جزيء (H_2) = ٢ جـــرام = ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} جزيء (H_2)
(٢) ١ مـــول من ذرة (Ne) = ٢٠ جرام = ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} ذرة (Ne)
(٣) ١ مول من أيون (Na^+) = ٢٣ جرام = ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} أيون (Na^+)

قوانيـن هامـة جـداً

كتلة المـــول = عدد الذرات × كتلة الذرة

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة المتفاعلة (جم)}}{\text{كتلة المول الواحد (جم)}} = \frac{\text{عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات}}{\text{عدد أفوجادرو } (٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣})}$$

مثـال (١)

احسب كتلة المول من غاز **(CO_2)**، ثم احسب كتلة **٤ مول** من **(N_2)** **[N=14 , C=12 , O=16]**

الإجـــابة

١ مول (CO_2) = (١٦×٢) + ١٢ = **٤٤ جم**
∵ ١ مول (N_2) = ٢ × ١٤ = ٢٨ جم
∵ كتلة المادة = عدد المولات × كتلة المول = ٤ × ٢٨ = **١١٢ جم**

مثـال (٢)

احسب عدد مولات **٥,٤ جم** من الماء **(H_2O)** **[H=1 , O=16]**

أجب بنفسك

(٠,٣ **مول**)

مثال (٣)

احسب عدد جزيئات **٠,٥ مول** من ملح الطعام **(NaCl)**

الإجابة

١ مول ← ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} جزيء

٠,٥ مول ← س جزي

س = ٠,٥ × ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} = **٣,٠١ × ١٠ ^{٢٣} جزئ**

مثال (٤)

احسب عدد المولات الموجودة في **١,٥٠٥ × ١٠ ^{٢٣} جزئ** من هيدروكسيد الصوديوم **(NaOH)**

أجب بنفسك

(٠,٢٥ **مول**)

مثال (٥)

احسب عدد جزيئات **٦,٤ جم** من ثاني أكسيد الكبريت **(SO_2)** **[S=32 , O=16]**

الإجابة

١ مول (SO_2) = (١٦×٢) + ٣٢ = ٦٤ جم

١ مول = ٦٤ جم ← ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} جزيء

٦,٤ جم ← س جزيء

س = $\frac{٦,٤ \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}}{٦٤}$ = **٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٢} جزئ**

مثال (٦)

احسب كتلة **٣,٠١ × ١٠ ^{٢٢} ذرة** من الصوديوم **(Na)** **[Na=23]**

أجب بنفسك

(١,١٥ **جم**)

مثال (٧)

احسب كتلة ثاني أكسيد الكربون الناتجة من التحلل الحراري من **٠,١ مول** من كربونات الليثيوم **(Li_2CO_3)** **[Li=7 , C=12 , O=16]**

الإجابة

$$Li_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} Li_2O + CO_2$$

١مول (Li_2CO_3) ← ١مول (CO_2)

١مول (Li_2CO_3) ← (١٦×٢)+١٢ = ٤٤ جم

٠,١ مول ← س جم

س = ٠,١ × ٤٤ = **٤,٤ جم**

مثال (٨)

احسب عدد جزيئات بخار الماء الناتجة من تفاعل **(١ جم)** من الهيدروجين مع كمية كافية من الأكسجين
[H=1 , O=16]

أجب بنفسك

(٣,٠١ × ١٠ ^٢٣ جزئ)

مثال (٩)

احسب عدد ذرات الألومنيوم التي تتفاعل مع **٠,٣ مول** من الأكسجين من خلال التفاعل التالي :

$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$$

الإجـــابة

٣ مول (O_2) ← ٤ مول (Al)
٣ مول (O_2) ← ٤ × ٦,٠٢ × ١٠ ^٢٣ ذرة
٠,٣ مول (O_2) ← س ذرة

س = (٠,٣ × ٤ × ٦,٠٢ × ١٠ ^٢٣) ÷ ٣

س = **٢,٤٠٨ × ١٠ ^٢٣ ذرة**

مثال (١٠)

احسب كتلة الأكسجين الموجود في **٣ جم** من حمض الأسيتيك **(CH_3COOH)**
[H=1 , C=12 , O=16]

الإجـــابة

١ مول (CH_3COOH) ← ٢ مول (O)
٦٠ جم ← ٣٢ جم
٣ جم ← س جم

س = (٣ × ٣٢) ÷ ٦٠

س = **١,٦ جم**

مثال (١١)

احسب كتلة الأكسجين الموجود في **١ جم** من هرمون الأدرينالين **($C_9H_{13}NO_3$)**
[H=1 , C=12 , O=16 , N=14]

أجب بنفسك

(٠,٢٦٢ جم)

مثال (١٢)

احسب عدد ذرات الصوديوم الموجودة في **١ جم** من كربونات الصوديوم **(Na_2CO_3)**
[Na=23 , C=12 , O=16]

أجب بنفسك

(١,١٣٦ × ١٠ ^٢٣ ذرة)

التقويـــم الأول

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

١- مجموع كتل الذرات الداخلة في تركيب الجزئ
٢- الكتلة الجزيئية مقدرة بالجرامات
٣- عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات الموجودة في مول واحد من المادة

السؤال الثاني : اجب عن المسائل التالية :

مسـائـــل المـــول :

١- ما هي كتلة مول واحد من الكربون (الكتلة الذرية للكربون بالجرامات)؟ **[C=12]** (الحل : ١٢ جم)

٢- احسب كتلة **٠,٥ مول** من الماء **[H=1 , O=16]** (الحل : ٩ جم)

٣- ما كتلة **٠,٥ مول** من حمض الكبريتيك **(H_2SO_4)** بالجرامات ؟ **[H=1 , O=16 , S=32]**
(الحل : ٤٩ جم)

٤- ما كتلة **٦,٥ مول** من **($NaHCO_3$)** بالجرامات ؟ **[Na=23 , H=1 , O=16 , C=12]**
(الحل : ٥٤٦ جم)

٥- أول أكسيد الكربون أحد ملوثات الهواء ينتج من احتراق الوقود احسب الكتلة بالجرام الموجودة في **٢,٦١ مول** أول أكسيد الكربون **[O=16 , C=12]** (الحل : ٧٣,٠٨ جم)

٦- كم عدد مولات الكربون والكبريت اللازمة لتكوين **١ مول** من ثاني كبريتيد الكربون **(CS_2)**؟
(الحل : مول من الكربون و ٢ مول من الكبريت)

٧- كم عدد مولات الماء التي تقدر كتلتها بـ **٣,٦ جرام** ؟ **[H=1 , O=16]** (الحل : ٠,٢ مول)

٨- احسب عدد المولات في **٢ جم** من هيدروكسيد الصوديوم **[Na=23 , O=16 , H=1]** **(سودان أول ١٠)**
(الحل : ٠,٠٥ مول)

٩- كم عدد مولات الجلوكوز **($C_6H_{12}O_6$)** التي تقدر كتلتها بـ **٥٤٠ جم** ؟
[H=1 , O=16 , C=12] (الحل : ٣ مول)

١٠- احسب عدد المولات الموجودة في **١١٥ جرام** من الكحول الإيثيلي **(C_2H_5OH)**
[C=12 , H=1 , O=16] (الحل : ٢,٥ مول)

١١- مركب كربونات الليثيوم **(Li_2CO_3)** يستخدم في علاج حالات الاكتئاب احسب كتلة عنصر الليثيوم في **١ جم** من كربونات الليثيوم **[Li=7 , C=12 , O=16]** (الحل : ٠,١٨٩ جم)

١٢- الأدرينالين هرمون يفرز في الدم في أوقات الشد العصبي وصيغته الكيميائية **($C_9H_{13}NO_3$)** احسب كتلة الأكسجين الموجودة في **٠,١ جم** منه **(مصر ثان ١٢)**
[H=1 , O=16 , C=12 , N=14] (الحل : ٠,٠٢٦ جم)

١٣- احسب عدد مولات كلوريد الفضة **(AgCl)** المترسبة من تفاعل **٥,٨٥ جم** من كلوريد الصوديوم **(NaCl)** مع **١٧ جم** من نترات الفضة **($AgNO_3$)** **[Ag=108 , O=16 , N=14 , Cl=35.5]**
(الحل : ٠,١ مول)

١٤- احسب عدد مولات كربونات الكالسيوم **($CaCO_3$)** التي ينتج عن تسخينها **١١,٢ جم** من أكسيد الكالسيوم **(CaO)** **[Ca=40 , C=12 , O=16]** (الحل : ٠,٢ مول)

١٥- احسب كتلة أكسيد الكالسيوم الناتج من التحلل الحراري لمول من كربونات الكالسيوم **[Ca=40 , C=12 , O=16]** (الحل : ٥٦ جم)

١٦- احسب عدد المولات من الأكسچين اللازم لحرق **٦٨جم** أمونيا طبقاً للمعادلة:
$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$ **[N=14 , H=1 , O=16]** (الحل : ٥ مول)

١٧- احسب كتلة أكسيد النيتريك الناتجة من التفاعل السابق (الحل : ١٢٠ جم)

١٨- احسب كتلة الصوديوم اللازم لإنتاج **٢٩,٢٥ جم** كلوريد صوديوم **[Na=23 , Cl=35.5]**
(الحل : ١١,٥ جم)

١٩- يقوم جسم الإنسان بتحويل الجلوكوز **($C_6H_{12}O_6$)** الموجود في الأغذية إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وفقاً للمعادلة الآتية : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
فإذا تناول شخص قطعة حلوى تحتوي على **١٤,٢ جم** جلوكوز ، احسب كتلة الماء التي تتكون في الجسم **[H=1 , O=16 , C=12]** (الحل : ٨,٥٢ جم)

٢٠- مادة كربيد السيليكون مادة تستعمل في تحضير أوراق السنفرة وينتج من التفاعل الكيميائي التالي: $SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$ **[Si=28 , O=16 , C=12]**
احسب كتلة **(SiC)** التي تنتج من تفاعل **١٥ جم** كربون (الحل : ١٦,٦٧ جم)

٢١- معادلة التفاعل الضوئي في النباتات كالآتي : $6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
احسب كتلة الماء التي تلزم للتفاعل مع **٢٠ جم** من ثاني أكسيد الكربون طبقاً للمعادلة السابقة
[H=1 , O=16 , C=12] (الحل : ٨,١٨ جم)

٢٢- ما كتلة الأمونيا الناتجة من تسخين **٣,٧ جم** من هيدروكسيد الكالسيوم مع كمية كافية من كلوريد الأمونيوم $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$
[H=1 , N=14 , O=16 , Ca=40] **(سودان ثان ٠٧)**
(الحل : ١,٧ جم)

٢٣- يستخدم الهيدرازين **(N_2H_4)** وقوداً لبعض أنواع الصواريخ - احسب كتلة النيتروچين الناتجة من أكسدة **٢٠ جم** من الهيدرازين : $N_2H_4 + O_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$
[H=1 , O=16 , N=14] **(مصر ثان ٠٦ ، سودان أول ٠٨)**
(الحل : ١٧,٥ جم)

٢٤- احسب كتلة غاز ثاني أكسيد الكربون المتصاعد من تفاعل ١ **جم** من كربونات الكالسيوم مع وفرة من حمض الهيدروكلوريك **[O=16 , C=12 , Ca=40]** **(سودان أول ٠٩)** (الحل : ٠,٤٤ جم)

٢٥- 🕮 غاز الميثان هو المكون الرئيسي للغاز الطبيعي ويحترق طبقاً للمعادلة التالية:

$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2H_2O$$

احسب كتلة الأكسچين اللازمة لإنتاج ٣,٥ **جم** من غاز ثاني أكسيد الكربون (الحل : ٥,٠٩ جم)

٢٦- 🕮 أوجد كتلة الكلور التي تنتج بالتحليل الكهربي لـ ٢٠٠ **جم** من كلوريد الصوديوم **[Na=23 , Cl=35.5]** (الحل : ١٢١,٣٦٨جم)

٢٧- 🗐 احسب كتلة الماء الناتج عن احتراق ١ **جم** من الجلوكوز **($C_6H_{12}O_6$)** ؟

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\Delta} 6CO_2 + 6H_2O$$ **[H=1 , O=16 , C=12]** (الحل : ٠,٦ جم)

مسائـل علاقـة المـول بأعـداد الجزيئـات أو الـذرات أو الأيونـات :

٢٨- 🗐 كم عدد أيونات الهيدروچين **(H^+)** الموجودة في مول واحد من حمض **(HCl)**؟ (الحل : ٦,٠٢ × ١٠ ٢٣ **أيون**)

-وما هي كتلة هذه الأيونات؟ **[H=1]** (الحل : ١ جم)

٢٩- احسب عدد ذرات المول الواحد من الفوسفور في حالته البخارية **(P_4)** **(مصر أول ١١)**

(الحل : ٢,٤٠٨ × ١٠ ٢٤ **ذرة**)

٣٠- 🕮 احسب عدد جزيئات ٠,٢ **مول** من ثاني أكسيد الكربون (الحل : ١,٢٠٤ × ١٠ ٢٣ **جزئ**)

٣١- 🗐 احسب العدد الكلي للجزيئات الموجودة في ٠,٥ **مول** من غاز **(O_2)** عند الظروف القياسية

(الحل : ٣,٠١ × ١٠ ٢٣ **جزئ**)

٣٢- 🗐 احسب العدد الكلي للجزيئات الموجودة في ٣٤ **جم** من غاز النشادر **(NH_3)**

[N=14 , H=1] (الحل : ١,٢٠٤ × ١٠ ٢٤ **جزئ**)

٣٣- 🕮 احسب عدد جزيئات ١٦ **جرام** من ثاني أكسيد الكبريت **[S=32 , O=16]**

(الحل : ١,٥٠٥ × ١٠ ٢٣ **جزئ**)

٣٤- 🕮 الصيغة الكيميائية لفيتامين **(C)** هي **($C_6H_8O_6$)** احسب عدد جزيئات الفيتامين الموجودة في قرص من الفيتامين كتلته ٠,٢٥ **جم** **[H=1 , O=16 , C=12]** **(تجريبي ١٠)**

(الحل : ٨,٥٥ × ١٠ ٢٠ **جزئ**)

٣٥- 🕮 احسب كتلة ٣ × ١٠ ٢٠ **ذرة** من الصوديوم **[Na=23]** (الحل : ٠,٠١١٤٦ جم)

٣٦- 🗐 احسب كتلة **ذرة واحدة** من الكالسيوم **[Ca=40]** **(أزهر ثان ٠٩)** (الحل : ٦,٦٤×١٠ ٢٣- جم)

٣٧- 🗐 كم عدد ذرات الكربون **(C)** في ٠,٣٥ **مول** من الجلوكوز **($C_6H_{12}O_6$)**؟ (الحل : ١,٢٦ × ١٠ ٢٤ **ذرة**)

٣٨- كم عدد ذرات النيتروجين (N) في ٠,٢٥ **مول** من نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ ؟
(الحل : ٣,٠١ × ١٠ ^{٢٣} ذرة)

٣٩- كم عدد ذرات الأكسچين الموجودة في ٤,٢ **جم** ($NaHCO_3$) ؟
[Na=23 , H=1 , O=16 , C=12]
(الحل : ٩,٠٣ × ١٠ ^{٢٢} ذرة)

٤٠- احسب عدد جزيئات بخار الماء الناتجة من تفاعل ٠,١ **جم** من الهيدروچين مع كمية كافية من الأكسجين [H=1 , O=16]
(الحل : ٣,٠١ × ١٠ ^{٢٢} جزئ)

حجـم الغـازات والكتلـة الجزيئيـة

* يشغل المول من أي غاز عند معدل الضغط ودرجة الحرارة **(م.ض.د.)** حجماً قدره ٢٢,٤ **لتر**
* معدل الضغط ودرجة الحرارة **(م.ض.د.)** هي (٧٦٠ **مم/زئبق** ، ٢٧٣°**كلفن**)

جاي لوساك

قانون جاي لوساك
حجوم الغازات الداخلة في التفاعل والناتجة من التفاعل تكون بنسب محددة

مثـال : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_3$
١ حجم من النيتروچين + ٣ حجم من الهيدروچين = ٢ حجم من النشادر

أفوجادرو

قانون أفوجادرو
الحجوم المتساوية من الغازات تحت نفس الظروف من درجة الحرارة والضغط تحتوي على أعداد متساوية من الجزيئات

* ١ مول من أي غاز في (م.ض.د) يشغل ٢٢,٤ **لتر** ويحتوي على ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} **جزئ**
* ١ مول من غاز (H_2) = ٢ جم = ٢٢,٤ لتر = ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} جزئ (H_2)
* ١ مول من غاز (O_2) = ٣٢ جم = ٢٢,٤ لتر = ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} جزئ (O_2)
* ١ مول من غاز (CO_2) = ٤٤ جم = ٢٢,٤ لتر = ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} جزئ (CO_2)

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{حجم الغاز (لتر)}}{٢٢,٤ \text{ لتر}}$$

مثـال (١٣)
احسب عدد مولات الأمونيا (NH_3) في حجم ١١٢ **لتر** في (م.ض.د)

الإجـابة
١ مـول (NH_3) ← ٢٢,٤ لتر
س مول (NH_3) ← ١١٢ لتر
س = $\frac{١ \times ١١٢}{٢٢,٤}$ = **٥ مول**

مثـال (١٤)
احسب حجم ١٠ **مول** في غاز أكسيد النيتريك (NO) في (م.ض.د)

أجب بنفسك
(٢٢٤ لتر)

مثـال (١٥)
احسب حجم ١١ **جم** من غاز (CO_2) في (م.ض.د) [C=12 , O=16]

الإجـــابة

١ مول (CO_2) = (١٢+(١٦×٢) = ٤٤ جم ← ٢٢,٤ لتر
١١ جم ← س لتر
س = $\frac{٢٢,٤ \times ١١}{٤٤}$ = **٥,٦ لتر**

مثـال (١٦)

احسب كتلة **٣٣,٦ لتر** من غاز الأكسچين في **(م.ض.د)** **[O=16]**

أجب بنفسك

(٤٨ جم)

مثـال (١٧)

كم عدد اللترات من غاز الأكسچين تحت نفس الظروف القياسية يمكن أن تنتج من تحلل **(٤٢,٦ جم)** من كلورات الصوديوم **$(NaClO_3)$** إلى كلوريد صوديوم وأكسچين تبعاً للمعادلة التالية :

$2NaClO_3 \longrightarrow 2NaCl + 3O_2$ **[Na=23 , Cl=35.5 , O=16]**

الإجـــابة

٣ مـــول (O_2) ← ٢ مول $(NaClO_3)$
٦٧,٢ لتر (O_2) ← (٢٣+٣٥,٥+٤٨)×٢ = ٢١٣جم
س لتر (O_2) ← ٤٢,٦ جم $(NaClO_3)$
س = $\frac{٦٧,٢ \times ٤٢,٦}{٢١٣}$
س = **١٣,٤٤ لتر** (O_2)

مثـال (١٨)

احسب كتلة كلورات البوتاسيوم **$(KClO_3)$** اللازمة للحصول على **٣,٣٦ لتر** من غاز الأكسچين في **(م.ض.د)** وذلك تبعاً للمعادلة التالية : $2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_2$

[K=39 , Cl=35.5 , O=16]

أجب بنفسك

(١٢,٢٥ جم)

كثـافـة الغـاز والكتلـة الجزيئيـة

$$\text{كثافة الغاز (جم/لتر)} = \frac{\text{الكتلة الجزيئية (جم/مول)}}{\text{حجم المول (٢٢,٤ لتر/مول)}}$$

مثـال (١٩)

احسب الكتلة الجزيئية لغاز كثافته **(١,٥ جم/لتر)** في **(م.ض.د)**

الإجـــابة

الكتلة الجزيئية = كثافة الغاز × ٢٢,٤ = ١,٥ × ٢٢,٤ = **٣٣,٦ جم/مول**

مثـال (٢٠)

احسب كثافة غاز الأكسچين **(O_2)** وكثافة غاز ثاني أكسيد الكربون **(CO_2)** تحت الظروف القياسية **(م.ض.د)** **[C=12 , O=16]**

أجب بنفسك

(١,٤٣ جم/لتر – ١,٩٦ جم/لتر)

بم تفسر

كثافة غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) أكبر من كثافة غاز الأكسچين (O_2) [O=16 , C=12]

أجب بنفسك

التقويـــم الثانـــي

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

١- حجوم الغازات الداخلة في التفاعل والناتجة منه تكون بنسب محددة (مصر ثان ٠٨ ، مصر أول ١٠)

٢- الحجوم المتساوية من الغازات تحت نفس الظروف من درجة الحرارة والضغط تحتوي على أعداد متساوية من الجزيئات (مصر ثان ٠٧ ، سودان أول ١٠)

السؤال الثاني :علل لما يأتي :

١- الحجم الذي يشغله ٢ **جم** من غاز (H_2) هو نفس الحجم الذي يشغله ٢٨ **جم** من غاز (N_2)

٢- تساوي عدد جزيئات ٢ **جم** من غاز (H_2) مع ٣٢ **جم** من غاز (O_2)

٣- كثافة غاز (CO_2) أكبر من كثافة غاز (O_2) (مصر أول ١١)

٤- غاز الهيدروچين (H_2) أقل الغازات في الكثافة

السؤال الثالث : أسئلة متنوعة :

١- **قارن بين :** قانون أفوجادرو وقانون جاي لوساك (مصر ثان ٠٩)

٢- **ما اسم العالم :** الذي وضع قانون ينص على أن حجوم الغازات الداخلة في التفاعل والناتجة من التفاعل تكون بنسب محددة؟ (تجريبي ١٠)

٣- **اذكر استخدام واحد :** لعدد أفوجادرو (مصر أول ١٠)

السؤال الرابع : اجب عن المسائل التالية :

مسائـــل علاقـــة المـــول بحجـــم الغـــاز :

١- احسب حجم ٥ **مول** من غاز (CO_2) عند الظروف القياسية (الحل : ١١٢ لتر)

٢- احسب حجم ٠,٥ **مول** من غاز (CO_2) في الظروف القياسية (مصر ثان ٠٦ ، تجريبي ١٠)

(الحل : ١١,٢ لتر)

٣- احسب حجم غاز (CO) المتولدة نتيجة حرق ٢ **مول** من الكربون في كمية محدودة من غاز الأكسچين (الحل : ٤٤,٨ لتر)

٤- احسب حجم ٣ **مول** من غاز النيتروچين في معدل الضغط ودرجة الحرارة (الحل : ٦٧,٢ لتر)

٥- احسب حجم ٤,٤ **جم** من غاز (CO_2) عند الظروف القياسية؟ [C=12, O=16] (الحل : ٢,٢٤ لتر)

٦- احسب حجم ٨٨ **جم** من غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في معدل الضغط ودرجة الحرارة [C=12 , O=16] (الحل : ٤٤,٨ لتر)

٧- احسب العدد الكلي للجزيئات الموجودة في **١١,٢ لتر** من غاز النيتروجين في الظروف القياسية
(الحل : $٣,٠١ \times ١٠^{٢٣}$ جزيئ)

٨- احسب كتلة أكسيد الكالسيوم الناتج من تحلل **٥٠ جرام** من كربونات الكالسيوم حرارياً ، ثم احسب حجم ثاني أكسيد الكربون المتصاعد **[Ca=40 , C=12, O=16]** **(مصر ثان ٠٩)**
(الحل : ٢٨ جم – ١١,٢ لتر)

٩- احسب حجم غاز الأكسچين عند الظروف القياسية المتصاعد من التفكك الحراري لـ **٤٢,٦ جرام** من كلورات الصوديوم **($NaClO_3$)** ، الذي يتفكك إلى كلوريد الصوديوم وغاز الأكسچين **[Na=23, Cl=35.5 , O=16]**
(الحل : ١٣,٤٤ لتر)

١٠- احسب عدد اللترات من غاز الأمونيا **(NH_3)** عند الظروف القياسية اللازمة لتحضير **١٣٢ جم** من كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ **[N=14 , H=1 , S=32 , O=16]**
(الحل : ٤٤,٨ لتر)

١١- احسب عدد لترات غاز الهيدروچين عند الظروف القياسية الناتجة عن تفاعل **٦,٥٤ جم** من الزنك مع كمية زائدة من حمض الهيدروكلوريك المخفف **(HCl)** **[Zn=65.4]**
(الحل : ٢,٢٤ لتر)

١٢- كم يكون حجم غاز النشادر الناتج باللتر عندما يتفاعل **٢٠ لتر** من غاز النيتروچين تفاعلاً كلياً وفقاً للتفاعل التالي عند الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

(الحل : ٤٠ لتر)

١٣- احسب حجم غاز ثاني اكسيد الكربون في الظروف القياسية الناتج من تفاعل **٢,٦٥ جم** من كربونات الصوديوم مع وفرة من حمض الهيدروكلوريك **[O=16 , C=12 , Na=23]** **(سودان أول ١٠)**
(الحل : ٠,٥٦ لتر)

١٤- مركب سوبر أكسيد البوتاسيوم KO_2 يستخدم في تنقية الهواء الجوي من ثاني أكسيد الكربون في الأجواء المغلقة، فإذا استخدم **١٤,٢ جم** من KO_2، احسب حجم الأكسچين المتكون باللتر **(مصر أول ٠٩)**

$$4KO_2 + 2CO_2 \xrightarrow{CuCl_2} 2K_2CO_3 + 3O_2$$

[O=16 , K=39] (الحل : ٣,٣٦ لتر)

١٥- احسب حجم غاز الأكسچين في معدل الضغط ودرجة الحرارة اللازم لحرق ٨ **لتر** من غاز الأسيتيلين احتراقاً تاماً تبعاً للمعادلة $2C_2H_2 + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 4CO_2 + 2H_2O$ **(أزهر أول ٠٩)**
(الحل : ٢٠ لتر)

١٦- احسب حجم غاز الهيدروچين المتبقي عندما يتفاعل **٦٠ لتر** منه مع **٢٢,٤ لتر** من غاز الأكسچين الذي يتفاعل كلية لتكوين بخار الماء وكم يكون حجم بخار الماء الناتج
(الحل : ١٥,٢ لتر – ٤٤,٨ لتر)

١٧- احسب عدد جزيئات **٨٩,٦ لتر** من غاز الأمونيا **(NH_3)** في معدل الضغط ودرجة الحرارة
(الحل : $٢,٤٠٨ \times ١٠^{٢٤}$ جزيئ)

مسائـــل علاقـــة المـــول بكثـــافة الغـــــاز :

١٨- احسب الكتلة الجزيئية لغاز كثافته **١,٢٥ جم/لتر** عند الظروف القياسية ؟ (الحل : ٢٨ جم/مول)

١٩- احسب كثافة غاز النيتروجين عند الظروف القياسية ؟ **[N=14]** (الحل : ١,٢٥ جم/لتر)

٢٠- كثافة غازين **(أ) ، (ب)** عند الظروف القياسية هما **٣,١٧ جم/لتر ، ٠,٠٨٩ جم/لتر** على التوالي ، احسب الكتل الجزيئية لكل من الغازين وإذا أمكنك استنتاج صيغتهما الجزيئية.

(الحل: (Cl_2) ٧١جم – (H_2) ٢جم)

٢١- احسب كثافة غاز الأكسجين في الظروف القياسية ، علماً بأن الكتلة الذرية للأكسجين تساوي ١٦

(مصر أول ٠٦) (الحل : ١,٤٣ جم/لتر)

المـــول والمحاليـــــل

المحلول المولارى

محلول يحتوي اللتر منه على مول واحد من المادة المذابة

التركيز المولارى

عدد المولات الموجودة في لتر واحد من المحلـول

$$\text{تركيز المحلول (مول/لتر)} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}}$$

تذكر أن

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة المتفاعلة (جم)}}{\text{كتلة المول الواحد (جم)}} = \frac{\text{عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات}}{\text{عدد أفوجادرو } (٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣})}$$

مثـال (٢١)

احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم **(NaOH)** الناتج من إذابة **١٠ جم** هيدروكسيد صوديوم صلب في **٢٥٠ ملليلتر** من الماء **[Na=23 , O=16 , H=1]**

الإجـــابة

كتلة ١ مول **(NaOH)** = ١+١٦+٢٣ = ٤٠ جم

عدد المولات = $\frac{\text{كتلة المادة المتفاعلة}}{\text{كتلة المول الواحد}} = \frac{١٠}{٤٠}$ = **٠,٢٥ مول** ، الحجم = $\frac{٢٥٠}{١٠٠٠}$ = **٠,٢٥ لتر**

تركيز هيدروكسيد الصوديوم = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{٠,٢٥}{٠,٢٥}$ = **١ مول/لتر**

مثـال (٢٢)

احسب تركيز محلول حجمه **٥٠٠ ملليلتر** يحتوي على **١٠,٦ جم** من كربونات الصوديوم **[Na=23 , O=16 , C=12]**

أجب بنفسك

(٠,٢ **مولار**)

مثال (٢٣)

احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم **KOH** اللازمة لتحضير **٥٠٠ ملليلتر** من محلول **٢ مول/لتر**
[K=39 , O=16 , H=1]

أجب بنفسك

(٥٦ جم)

مثال (٢٤)

احسب عدد جزيئات أكسيد الكالسيوم **(CaO)** اللازمة لتحضير **لتر** من محلول تركيزه **٣ مولاري**

أجب بنفسك

(١,٨٠٦ × ١٠ ^٢٤ جزيئ)

المـــول والمحاليـــل الأيونيـــة

المحاليل الأيونية

تلك المحاليل التي تتفكك إلى أيونات موجبة وسالبة في المحاليل المائية

مثـــال : إذابة كلوريد الصوديوم في الماء ، فإن الجزئ منه يتفكك إلى أيون الصوديوم الموجب **(Na^+)** وأيون الكلوريد السالب **(Cl^-)** وكل منهما محاط بجزيئات الماء وهذا التفاعل يتم بين الأيونات في المحاليل الأيونية

$$NaCl_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

مثال (٢٥)

احسب عدد أيونات الكلوريد التي تنتج من إذابة **٣٩ جم** من كلوريد الصوديوم في الماء
[Na=23 , Cl=35.5]

الإجـــابة

$$NaCl_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

١ مـــول (NaCl) ← ١ مول (Cl^-)

٥٨,٥ جم (NaCl) ← ٦,٠٢ × ١٠ ^٢٣ أيون (Cl^-)

٣٩ جم (NaCl) ← س أيون (Cl^-)

$$س = \frac{٣٩ \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}}{٥٨,٥} = \boxed{٤,٠١ \times ١٠^{٢٣} \text{ أيون}}$$

مثال (٢٦)

احسب عدد أيونات الكلوريد التي تنتج من إذابة **٣٧,٢٥ جم** كلوريد البوتاسيوم في الماء في المعادلة

$$KCl_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

[K=39 , Cl=35.5]

أجب بنفسك

(٣,٠١×١٠ ^٢٣ أيون)

مثال (٢٧)

احسب عدد المولات من الأيونات التي تنتج من ذوبان **٧,١ جم** من كبريتات الصوديوم في الماء
[Na=23 , S=32 , O=16]

الإجـــابة

$$Na_2SO_{4(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

٣ مول (نواتج) ⟵ ١ مـــول (Na_2SO_4)
٣ مول (نواتج) ⟵ ١٤٢ جم (Na_2SO_4)
س مول (نواتج) ⟵ ٧,١ جم (Na_2SO_4)

س = $\frac{٣ \times ٧,١}{١٤٢}$ = **٠,١٥ مول (نواتج)**

مثـال (٢٨)

احسب عدد الأيونـات التـي تنتج من إذابـة **٢١,٢ جم** من كربونـات الصـوديوم فـي المـاء فـي المعادلـة

$$Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$$

[Na=23 , C=12 , O=16]

أجب بنفسك

(٣,٦١٢ × ١٠ ^{٢٣} **أيون**)

قانون هام جداً

عدد الأيونات الناتجة في محلول مادة متأينة تأيناً تاماً =
عدد مولات المذاب × عدد مولات الأيونات الناتجة من تأين مول واحد من المذاب × ٦,٠٢×١٠ ^{٢٣}

التقويـــم الثالـــث

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

١- عدد مولات المادة المذابة في لتر من المحلول
٢- محلول يحتوي اللتر منه على مول واحد من المادة المذابة
٣- تلك المحاليل التي تتفكك إلى أيونات موجبة وسالبة في المحاليل المائية

السؤال الثاني : أجب عن المسائل التالية :

مسائـــل علاقـــة المـــول بتركيـــز المحاليـــل :

١- (أ) احسب مولارية محلول حامض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$ **(فيتامين جـ)** ، المحضر بإذابة **١,٨ جرام** في كمية كافية من الماء لتكوين محلول حجمه **١٢٥ ملليلتر** (**الحل** : ٠,٠٨١٨ **مولار**)

(ب) كم عدد الملليلترات من المحلول السابق الذي يحتوي على **٠,٠١ مول** من حمض الأسكوربيك؟ **[H=1 , C=12 , O=16]** (**الحل** : ١٢٢,٢ **ملليلتر**)

٢- ما عدد الجرامات الناتجة عن إذابة Na_2SO_4 لتحضير محلول منه قوته **٠,٥ مولار** وحجمه **٣٥٠ ملليلتر** ؟ **[Na=23 , S=32 , O=16]** (**الحل** : ٢٤,٨٥ **جم**)

٣- احسب التركيز المولاري لجميع الأيونات الموجودة في محلول مائي من نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ قوته **٠,٠٢٥ مولار** (**الحل** : ٠,٠٧٥ **مولاري**)

٤- احسب تركيز المحلول الناتج من إذابة **٥,٣ جم** من كربونات الصوديوم في الماء إذا كان حجم المحلول الناتج **٥٠٠ ملليلتر** **[Na=23 , C=12 , O=16]** (**الحل** : ٠,١ **مولاري**)

٥- احسب حجم محلول **٠,٢ مولاري** من **(NaOH)** الذي يحتوي على **٤ جم** منه (**الحل** : ٠,٥ **لتر**)

٦- احسب تركيز محلول حجمه **١٠٠٠ ملليلتر** ومذاب فيه **٨ جم** هيدروكسيد الصوديوم **[Na=23 , H=1 , O=16]** (**الحل** : ٠,٢ **مولاري**)

٧- احسب كتلة كربونات الصوديوم اللازمة لتحضير محلول مائي منها تركيزه **٠,٤ مولار** وحجمه **لتر واحد** **[Na=23 , C=12 , O=16]** (الحل : ٤٢,٤ جم)

٨- احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتحضير **٥٠٠ مل** من محلول منه تركيزه **٢ مولار** **[K=39 , O=16 , H=1]** **(مصر ثان ٠٨ ، مصر ثان ١٢)** (الحل : ٥٦ جم)

مسائـــل علاقـــة المـــول بالمعاليـــــل الأيونيـــــة :

٩- احسب عدد أيونات الكلوريد الناتجة عن إذابة **٣٩ جم** من **(NaCl)** في الماء **[Na=23 , Cl=35.5]** (الحل : ٤,٠١×١٠^٢٣ أيون)

١٠- احسب عدد أيونات الكلوريد التي تنتج من إذابة **١١٧ جرام** من كلوريد الصوديوم في الماء **[Na=23 , Cl=35.5]** **(مصر أول ٠٨)** (الحل : ١,٢٠٤×١٠^٢٤ أيون)

١١- احسب عدد الأيونات الكلية الناتجة من ذوبان **٨,٧ جم** من كبريتات البوتاسيوم **(K_2SO_4)** في الماء **[K=39 , S=32 , O=16]** (الحل : ٩,٠٣ ×١٠^٢٢ أيون)

١٢- احسب عدد أيونات الصوديوم الناتجة في محلول كلوريد الصوديوم **(NaCl)** تركيزه **٠,٥ مولار** وحجمه **لتر واحد** **[Na=23 , Cl=35.5]** (الحل : ٣,٠١ ×١٠^٢٣ أيون)

١٣- احسب عدد المولات من الأيونات التي تنتج من ذوبان **٢٠,٢ جم** من نترات البوتاسيوم **(KNO_3)** **[K=39 , N=14 , O=16]** (الحل : ٠,٤ مول)

١٤- احسب عدد الأيونات الكلية الناتجة في محلول يحتوي على **١٧,٤ جم** من كبريتات البوتاسيوم **(K_2SO_4)** **[K=39 , S=32 , O=16]** (الحل : ١,٨٠٦ ×١٠^٢٣ أيون)

١٥- احسب عدد الأيونات الكلية الناتجة عن الذوبان **٧,١ جم** من كبريتات الصوديوم في الماء **[Na=23 , S=32 , O=16]** **(مصر ثان ٠٧ ، أزهر أول ٠٩)**

(الحل : ٩,٠٣ × ١٠^٢٣ أيون)

التحليـــل الكيميائـــي

التحليل الكيفي

تحليل يستخدم للتعرف على مكونات المادة

مثل: التعرف على نوع الروابط وشكل المركبات ودرجة انصهارها ، وتجمدها ودرجة ثباتها والذوبان

التحليل الكمي

تحليل يستخدم لتقدير التركيز أو كمية المكونات فى المادة

وتتناول الكيمياء التحليلية الطرق والأجهزة المستخدمة في التعرف على المواد وتقدير كمياتها ... وهذه التحاليل تعطي معلومات هامة **مثل :**

١- تركيب التربة لمعرفة صلاحيتها للزراعة
٢- كمية المكونات في الغذاء والماء
٣- كمية المكونات الفعالة في الدواء
٤- نسبة الغازات في الجو
٥- تحديد صلاحية المنتجات الصناعية
٦- تركيز السكر في البول والدم

طـرق التعبيـر عـن التركيـز :

(١) النسبة المئوية (%) الوزنية :

مثل محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي (٥%) يعني أن كل (١٠٠جم) من المحلول يحتوي على (٥جم) من هيدروكسيد الصوديوم

(٢) المولارية (مول/لتر) :

محلول لحمض الكبريتيك (٠,١ مولاري) يعني أن كل لتر من المحلول يحتوي على (٠,١ مول) من الحمض

(٣) جزء في المليون (p.p.m) :

خليط من كربونات الصوديوم يحتوي على ٥ جزء في المليون من كربونات الصوديوم أي أن كل (١,٠٠٠,٠٠٠ جزء) من المخلوط يحتوي على (٥ جزء) من كربونات الصوديوم ، أو أن الكيلو جرام من المخلوط يحتوي على ٥ ملليجرام من كربونات صوديوم

ملاحظـة هامـة :	**١ كيلو جرام = ١٠٠٠ جرام = ١,٠٠٠,٠٠٠ ملليجرام**

طـرق التحاليـل الكميـة :

(١) التحليل الحجمي **(٢)** التحليل الوزني **(٣)** التحليل باستخدام الأجهزة

أولاً : التحليـل الحجمـي

المحلول القياسي

محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم في التعرف على تركيز مواد أخرى

المعايـرة

إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز

- وتتم عملية المعايرة بإضافة حجم معلوم من المادة المراد تحديد تركيزها إلى محلول من مادة معلومة التركيز حتى تمام التفاعل
- لاختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولي المادتين

وقد تكون : ١- **تفاعلات التعادل :** تستخدم لتقدير الأحماض والقلويات

٢- **تفاعلات الأكسدة والاختزال :** لتقدير المواد المؤكسدة والمختزلة

٣- **تفاعلات الترسيب :** لتقدير المواد شحيحة الذوبان في الماء

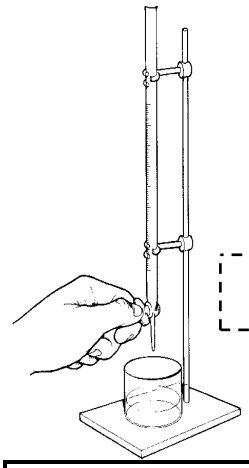
الأدلـة

مواد تستخدم للتعرف على النقطة التى يتم عندها تمام التفاعل وتتغير لونها بتغير وسط التفاعل

- الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل :

الدليـل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط القاعدي
الميثيل البرتقالي	أحمر	أصفر
الفينولفيثاليـن	عديم اللون	أحمر
عبـاد الشمـس	أحمر	أزرق
أزرق بروموثيمول	أصفر	أزرق

تدريـــب عملـــي :



- ننقل حجم معلوم من محلول قلوي ومعلوم التركيز إلى دورق باستخدام ماصة
- يضاف إليه نقطة أو نقطتين من الدليل
- تملأ السحاحة بالمحلول القياسي من الحمض (معلوم الحجم والتركيز)
- نضيف بالتدريج على القلوي حتى يشير لون الدليل إلى (نقطة التعادل)

نقطة التعادل

النقطة التى تكون عندها كمية الحمض مكافئة تماماً لكمية القاعدة المتفاعلة معها

$$\frac{M_1V_1}{M_a} = \frac{M_2V_2}{M_b}$$

M_1	تركيز الحمض المستخدم (مول / لتر)	M_2	تركيز القاعدة المستخدم (مول / لتر)
V_1	حجم الحمض المستخدم في المعايرة (ملليلتر)	V_2	حجم القاعدة المستخدم في المعايرة (ملليلتر)
M_a	عدد المولات من الحمض في معادلة التفاعل	M_b	عدد المولات من القاعدة في معادلة التفاعل

ملاحظة	لابد أن تكون المعادلة الكيميائية في التفاعل موزونة

مثـال (٢٩)

أجريت معايرة (**٢٠ ملليلتر**) من محلول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ باستخدام حمض الهيدروكلوريك (**٠,٠٥ مولاري**) وعند تمام التفاعل استهلك (**٢٥ ملليلتر**) من الحمض ، احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم

الإجـــابة

المعادلة الموزونة للتفاعل هي : $2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

$$\frac{M_1V_1}{M_a} = \frac{M_2V_2}{M_b} \qquad \frac{٠,٠٥ \times ٢٥}{٢} = \frac{M_2 \times ٢٠}{١}$$

$$M_2 = \frac{٠,٠٥ \times ٢٥}{٢٠ \times ٢} = \boxed{٠,٠٣١٢٥ \text{ مولار}}$$

مثـال (٣٠)

احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في **١٠مل** ، تعادلت مع **٢٠ مل** من حمض الكبريتيك **٠,٢٢ مولر** **[Na=23 , O=16 , H=1]**

أجب بنفسك

(٠,٣٥٢ جم)

مثـال (٣١)

مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم ، لزم لمعايرة (**٠,١ جم**) منه حتى تمام التفاعل (**١٠ ملليلتر**) من (**٠,١ مولاري**) من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط **[Na=23 , O=16 , H=1]**

الإجـــابة

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

١ مول (HCl) ⟵ ١ مول (NaOH)

∴ عدد المولات (HCl) = التركيز × الحجم (لتر) = ٠,١ × $\frac{١٠}{١٠٠٠}$ = **٠,٠٠١ مول**

∴ عدد مولات (NaOH) = ٠,٠٠١ مول ∴ كتلة (NaOH) = ٠,٠٠١ × ٤٠ = **٠,٠٤ جم**

نسبة (NaOH) في المخلوط = $\frac{٠,٠٤}{٠,١}$ × ١٠٠ = **٤٠ %**

مثال (٣٢)

عينة من مادة صلبة تحتوي خليط من هيدروكسيد الصوديوم وكبريتات الصوديوم ، عوير محلول منه يحتوي على **٠,٢ جم** حتى تمام التفاعل فلزم **١٢مل** من حمض الكبريتيك **٠,١ مولاري** ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في العينة **(أزهر ثان ١٠)** **[Na=23 , O=16 , H=1]**

أجب بنفسك

(٤٨٪)

ثانياً : التحليل الكمي الوزني

يعتمد التحليل الوزني على فصل المكون المراد تقديره ، ثم تعيين كتلته وباستخدام الحساب الكيميائي يمكن حساب كميته ، ويتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين

(١) طريقة التطاير **(٢) طريقة الترسيب**

أولاً : طريقة التطاير :

تبنى فكرتها على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره وتجرى عملية التقدير إما بجمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها أو بتعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية

مثال (٣٣)

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ هي **٢,٦٩٠٣ جم** وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت **٢,٢٩٢٣ جم** ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهدرت ، ثم أوجد عدد جزيئات ماء التبلر وصيغته الجزيئية **[O=16 , H=1 , Cl=35.5 , Ba=137]**

الإجابة

كتلة ماء التبلر = ٢,٦٩٠٣ ــ ٢,٢٩٢٣ = ٠,٣٩٨ جم

∴ النسبة المئوية لماء التبلر = $\frac{\text{كتلة الماء} \times ١٠٠}{\text{كتلة العينة}}$ = $\frac{٠,٣٩٨ \times ١٠٠}{٢,٦٩٠٣}$ = **١٤,٧٩ %**

	H_2O	$BaCl_2$
كتلة المادة	٠,٣٩٨ جم	٢,٢٩٢٣ جم
كتلة المول	١٦ + ٢ = ١٨ جم	(٣٥,٥×٢) + ١٣٧ = ٢٠٨ جم
عدد المولات	٠,٣٩٨ ÷ ١٨ = **٠,٠٢٢ مول**	٢,٢٩٢٣ ÷ ٢٠٨ = **٠,٠١١ مول**
نسبة المولات	٠,٠٢٢ ÷ ٠,٠١١ = **٢**	٠,٠١١ ÷ ٠,٠١١ = **١**
الصيغة الجزيئية	$BaCl_2.2H_2O$	

حل آخر :

(س) مول ماء تبلر ⟵ ١ مول ($BaCl_2$)

(س) جم ماء تبلر ⟵ ٢٠٨ جم ($BaCl_2$)

٠,٣٩٨ جم ماء تبلر ⟵ ٢,٢٩٢٣ جم ($BaCl_2$)

$$\text{س} = \frac{٢٠٨ \times ٠,٣٩٨}{٢,٢٩٢٣} = \underline{\mathbf{٣٦,١١٤\ جم}}$$

$$\therefore \text{عدد جزيئات (المولات) ماء التبلر} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} = \frac{٣٦,١١٤}{١٨} = ٢,٠٠٦ \simeq \boxed{\mathbf{٢\ مول}}$$

$$\therefore \text{الصيغة الجزيئية } \mathbf{BaCl_2.2H_2O}$$

مثال (٣٤)

إذا كانت كتلة زجاجة فارغة **٢٤,٣٢٣٨ جم** وكتلتها وبها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت **٢٧,٥٦٩جم** وكتلتها بعد التسخين وثبوت الكتلة **٢٧,٠٩٠٢جم** **[O=16,H=1,Cl=35.5, Ba=137]**

احسب ما يلي : (١) نسبة ماء التبلر في كلوريد الباريوم المتهدرت (١٤,٧٥٪)

(٢) عدد جزيئات ماء التبلر في جزيء كلوريد الباريوم المتهدرت (٢ مول)

(٣) الصيغة الكيميائية لكلوريد الباريوم المتهدرت **($BaCl_2.2H_2O$)**

أجب بنفسك

ثانياً : طريقة الترسيب :

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان وذو تركيب كيميائي معروف وثابت

- يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على ***ورقة ترشيح عديمة الرماد*** **"نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد"**
- تنقل ورقة الترشيح وعليها الراسب في بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب
- من كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب
- **مثال :** ترسيب الباريوم على صورة كبريتات الباريوم

مثال (٣٥)

أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = **٢ جم** احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول **[O=16 , S=32 , Cl=35.5 , Ba=137]**

الإجـــابة

$$\mathbf{BaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow 2NaCl + BaSO_4}$$

١ مـــول ($BaCl_2$) ⟶ ١ مـــول ($BaSO_4$)

٢٠٨ جم ($BaCl_2$) ⟶ ٢٣٣ جم ($BaSO_4$)

س جـم ($BaCl_2$) ⟶ ٢ جـم ($BaSO_4$)

$$\text{س (كتلة كلوريد الباريوم)} = \frac{٢ \times ٢٠٨}{٢٣٣} = \boxed{\mathbf{١,٧٨٥\ جم}}$$

مثال (٣٦)

يحتوي خام الهيماتيت على **٤٥%** من أكسيد الحديد **(Fe_2O_3) (III)** كم كيلو جرام من الخام يلزم لإنتاج **طن واحد** من الحديد في الفرن العالي **[Fe=56 , O=16]** **(مصر أول ٠٧)** (٣١٧٤,٦ كجم)

أجب بنفسك

التقويـــم الرابــع

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

١- عملية تحليل كيميائي تستخدم في التعرف على مكونات المادة (مصر أول ١١)
٢- عملية تحليل كيميائي تستخدم في تقدير تركيز أو كمية كل مكون من مكونات المادة
٣- محلول معلوم التركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول أخر مجهول التركيز
٤- عملية إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى مجهولة التركيز
٥- مواد كيميائية تستخدم للتعرف على النقطة التي يتم عندها تمام التفاعل تتغير لونها بتغير وسط التفاعل
٦- النقطة التي تكون عندها كمية الحمض مكافئة تماماً لكمية القاعدة المتفاعلة معها
٧- نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد

السؤال الثاني : علل لما يأتي :

١- لا يستخدم مادة قاعدية للتمييز بين دليل عباد الشمس والأزرق بروموثيمول (أزهر أول ٠٩ ، تجريبي ١٠)
٢- لا يستخدم مادة حمضية للتمييز بين دليل الميثيل البرتقالي وعباد الشمس
٣- عدم استخدام دليل الفينولفيثالين للكشف عن الوسط الحامضي (مصر ثان ١٢)
٤- استخدام ورق ترشيح عديم الرماد في تعيين كتلة راسب

السؤال الثالث : ما المقصود بكل من :

١- خليط يحتوي على **10 p.p.m** من كربونات الصوديوم.
٢- كثافة الهيليوم **٠,١٧٨ جم/لتر**.
٣- حجم الأكسچين **٢١%** من حجم الهواء
٤- محلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه **٠,١ مولار** **[Cl=35.5 , H=1]**
٥- محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي تركيزه **٥%**

السؤال الرابع : اكتب العلاقة الرياضية الدالة على كل من :

١- عدد مولات الغاز وحجمه باللتر عند معدل الضغط ودرجة الحرارة القياسي.
٢- الكتلة الجزيئية الجرامية لغاز كثافته **(جرام/لتر)** عند معدل الضغط ودرجة الحرارة.
٣- تركيز المحلول **(مول/لتر)** وكل من عدد المولات المذاب وحجم المحلول **(لتر)**.
٤- عدد الأيونات الناتجة في محلول مادة متأينة تأيناً تاماً وعدد مولات المادة المذابة. (سودان أول ١٢)
٥- حجم وتركيزات كل من الحمض والقلوي عند تمام تعادلهما في عملية المعايرة.

(أزهر أول ٠٩ ، تجريبي ١٠ ، مصر ثان ١١)

السؤال الخامس : أسئلة متنوعة :

١- ما دور الأدلة الكيميائية في عملية المعايرة (سودان أول ٠٧ ، مصر ثان ٠٨ ، سودان أول ١٠)
٢- وضح خطوات حساب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم بمعادلته بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك (سودان أول ٠٨ ، أزهر أول ١٢)
٣- **كيف تميز عملياً بين كل من :**
(أ) محلول عباد الشمس ومحلول الفينولفثالين (مصر أول ٠٩ ، مصر أول ١٠)
(ب) محلول الميثيل البرتقالي ومحلول عباد الشمس
(جـ) محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول حمض الهيدروكلوريك **(باستخدام دليل أزرق بروموثيمول)**

السؤال السادس : أجب عن المسائل التالية :

مسائـــل التحليـــل الحجمـــي بطريقـــة التعـــادل :

١- أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم **٢٥ مليلتر** مع حمض الكبريتيك **٠,١ مولارى** فكان حجم الحمض المستهلك عنـــد نقطة التكافؤ هو **٨ مليلتر** احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم (الحل : ٠,٠٦٤ مولر)

٢- احسب حجم حمض الهيدروكلوريك **٠,١ مولاري** اللازم لمعايرة **٢٠ مليلتر** من محلول كربونات الصوديوم **٠,٥ مولاري** حتى تمام التفاعل (الحل : ٢٠٠ مليلتر)

٣- احسب حجم حمض الهيدروكلوريك **٠,٢ مولاري** اللازم لمعايرة **٢٠ مليلتر** من محلول كربونات الصوديوم **٠,٤ مولاري** حتى تمام التفاعل **(سودان أول ٠٧)** (الحل : ٨٠ مليلتر)

٤- أجريت معايرة **٢٠ مليلتر** من محلول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ باستخدام حمض الهيدروكلوريك **٠,٠٥ مولاري** وعند تمام التفاعل استهلك **٢٥ مليلتر** من الحمض ، احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم **(مصر أول ١٠)** (الحل : ٠,٠٣١٢٥ مولر)

٥- احسب حجم **٤ مولار** من حمض **(HCl)** بالمليلتر اللازم لمعادلة **٦٠ مليلتر** من محلول **٣,٢ مولار** من **(NaOH)** (الحل : ٤٨ مليلتر)

٦- احسب حجم محلول حمض الكبريتيك **٠,٤ مولار** اللازم لمعادلة **٢٠ مليلتر** من محلول هيدروكسيد الصوديوم **٠,٢ مولار** حتى نقطة التكافؤ (الحل : ٥ مليلتر)

٧- احسب تركيز **١٠ مليلتر** من حمض الكبريتيك تفاعلت تماماً مع **١٦ مليلتر** من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه **٠,٢ مولار** **(سودان ثان ٠٧)** (الحل : ٠,١٦ مولار)

٨- أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في **٢٥ مليلتر** والتي تستهلك عند معايرة **١٥ مليلتر** من حمض الهيدروكلوريك **٠,١ مولاري** **[Na=23 , O=16 , H=1]** **(مصر أول ١١)**

(الحل : ٠,٠٦ جرام)

٩- مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزم لمعايرة **٠,٢ جم** منه حتى تمام التفاعل **١٠ مليلتر** من **٠,١ مولاري** من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط **(مصر أول ٠٧)** (الحل : ٢٠٪)

١٠- مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزم لمعايرة **٠,١ جم** منه حتى تمام التفاعل **١٠ مليلتر** من **٠,١ مولاري** من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط (الحل : ٤٠٪)

١١- أضيف **١٠ مليلتر** من **٠,١ مولر** حمض كبريتيك إلى **٠,٢ جم** من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم حتى تمام التفاعل احسب نسبة كربونات الكالسيوم في العينة علماً بأن معادلة التفاعل هي :

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$ **(مصر ثان ١٠)** (الحل : ٥٠٪)

مسائـــل التحليـــل الوزنـــي بطريقـــة التطايـــــر :

١٢- يستخدم كلوريد الكالسيوم اللامائي **($CaCl_2$)** كمادة نازعة للماء في المجففات المعملية أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت **($CaCl_2.XH_2O$)** كتلتها **١,٤٧ جم** وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها وأصبحت **١,١١ جم**، احسب عدد جزيئات ماء التبلر في العينة المتهدرتة واستنبط صيغته الجزيئية **[Ca=40 , Cl=35.5 , H=1 , O=16]** **(مصر أول ٠٨)**

(الحل : ٢ جزئ – $CaCl_2.2H_2O$)

١٣- إذا كانت كتلة عينة من كبريتات النحاس المائية **$CuSO_4.XH_2O$** هي **٢,٤٩٥ جم** وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت **١,٥٩٥ جم** ، أوجد عدد جزيئات ماء التبلر والصيغة الجزيئية لها **[Cu=63.5 , S=32 , H=1 , O=16]** **(أزهر ثان ٠٨)**

(الحل : ٥ جزئ – $CuSO_4.5H_2O$)

١٤- احسب عدد جزيئات ماء التبلر ، واكتب الصيغة الجزيئية لبلورات كلوريد الحديد **(III)** من نتائج التجربة الآتية : **[Fe=56 , Cl=35.5 , H=1 , O=16]**

- كتلة زجاجة الوزن فارغة = **٩,٣٧٥ جم**
- كتلة الزجاجة + كلوريد الحديد **(III)** المتهدرت = **١٠,٧٢٧٥ جم**
- كتلة الزجاجة بعد التسخين = **١٠,١٨٧٥ جم**

(الحل : ٦ جزئ – $FeCl_3.6H_2O$)

مسائـــل التحليـــل الوزنـــي بطريقـــة الترسيـــب :

١٥- احسب النسبة المئوية لكتلة الكربون في غاز **(CO_2)** **[C=12 , O=16]** (الحل : ٢٧,٢٧٪)

١٦- احسب النسبة المئوية لكتلة الأكسچين في الكحول الميثيلي **(CH_3OH)** **[C=12 , O=16 , H=1]** (الحل : ٥٠٪)

١٧- يحتوى خام أكسيد الحديد على **٣٠%** من أكسيد الحديد **(III)** **(Fe_2O_3)** كم طناً من الخام يلزم لإنتاج طن واحد من الحديد في الفرن العالي **[Fe=56 , O=16]** **(أزهر أول ٠٦)** (الحل : ٤,٧٦٢ طن)

١٨- يحتوي خام الهيماتيت على **٤٥%** من أكسيد الحديد **(III)** **(Fe_2O_3)** كم كيلو جرام من الخام يلزم لإنتاج طن واحد من الحديد في الفرن العالي **[Fe=56 , O=16]** **(مصر أول ٠٧)**

$$Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{700^\circ C} 2Fe + 3CO_2$$

(الحل : ٣١٧٤,٦ كجم)

١٩- عند أكسدة **٠,٥ جرام** من خام المجنتيت **Fe_3O_4** ليتحول إلى أكسيد حديد **(III)** نتج **٠,٤١١ جم** من **Fe_2O_3** احسب النسبة المئوية للأكسيد الأسود **Fe_3O_4** في الخام **[Fe=56 , O=16]**

$$4Fe_3O_4 + O_2 \xrightarrow{\Delta} 6Fe_2O_3$$

(الحل : ٧٩,٤٦ ٪)

٢٠- أذيب **٢ جرام** من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب **٤,٦٢٨ جرام** من كلوريد الفضة احسب نسبة الكلور في العينة **[Na=23 , Cl=35.5 , Ag=108 , N=14 , O=16]** **(مصر ثان ١١)**

(الحل : ٥٧,٢٥ ٪)

٢١- أذيب ٤ **جرام** من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من محلول نترات الفضة فترسب ٩,٢٥٦ **جرام** من كلوريد الفضة ، احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في العينة

[Na=23 , Cl=35.5 , Ag=108 , N=14 , O=16] **(مصر أول ٠٦)**

(الحل : ٩٤,٣٣٪)

٢٢- يعتبر حمض الأديبك **($H_2C_6H_8O_4$)** مادة خام تستخدم في صناعة النايلون ، ويحضر هذا الحمض في الصناعة بأكسدة السيكلو هكسان **(C_6H_{12})** من خلال التفاعل التالي :

$$2C_6H_{12} + 5O_2 \longrightarrow 2H_2C_6H_8O_4 + 2H_2O$$

[C=12 , O=16 , H=1]

(أ) في إحدى التفاعلات السابقة استهلك ٢٥ **جم** من السيكلو هكسان تماماً ، احسب كتلة حامض الأديبك الناتج نظرياً (الحل : ٤٣,٥ جم)

(ب) إذا علمت أن الناتج الفعلي من حامض الأديبك في التفاعل السابق هو ٣٣,٥ **جم** ، ما هي النسبة المئوية للناتج ؟ (الحل : ٧٧,١٪)

٢٣- هيدركربون كتلته الجزيئية ٥٨ **جرام** ويحتوي المول منه على ٤٨ **جرام** كربون ، اكتب الصيغة الجزيئية للمركب **[C=12 , O=16]** **(مصر أول ٠٨)** (الحل : C_4H_{10})

٢٤- أضيف مقدار وافر من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ٥ **جم** من مخلوط من كربونات كالسيوم نقية وملح الطعام فنتج ٠,٢٢٤ **لتر** من غاز ثاني أكسيد الكربون في **م.ض.د** ، احسب النسبة المئوية لملح الطعام في المخلوط **[C=12 , O=16 , Ca=40]** (الحل : ٨٠٪)

٢٥- سخن ٥,٢٦٣ **جم** من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم فتبقى بعد التسخين ٣,٠٦٣ **جم** ، احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة **[C=12 , O=16 , Ca=40]** (الحل : ٤,٩٩٧٪)

٢٦- عينة غير نقية من الرخام $CaCO_3$ كتلتها ٦ **جم** ، أذيب في كمية من حمض **HCl** وعند إتمام التفاعل كانت كتلة الرخام المتبقية ٥ **جم** ، احسب كتلة الحمض المتفاعلة **(أزهر ثان ٠٩)**

[C=12 , O=16 , Ca=40 , H=1 , Cl=35.5] (الحل : ٠,٧٣ جم)