

## الوحدة الثانية

### الحسابات الكيميائية

#### الدرس الأول

#### مفهوم المول

ملاحظة: لكتابة معادلة كيميائية يجب ما يلي:

- 1) معرفة الرموز والصيغ الكيميائية
- 2) معرفة المتفاعلات والنواتج
- 3) موازنة المعادلة: مساواة أعداد كل نوع من الذرات في طرفي المعادلة.
- 4) كتابة الرموز التي توضح نوعية المواد.

(g) غاز ، (l) سائل ، (s) صلب ، (aq) محلول

• عبر عن التفاعل الكيميائي اللفظي التالي بمعادلة كيميائية موزونة.

يتفاعل غاز الميثان مع غاز الأوكسجين وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وكمية من الحرارة.

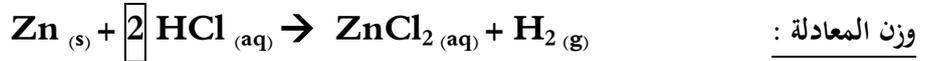
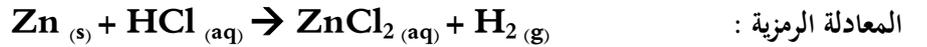


وزن المعادلة:



• يتفاعل الخارصين الصلب مع حمض الهيدروكلوريك لينتج محلول كلوريد الخارصين ويتصاعد غاز الهيدروجين  
اكتب المعادلة اللفظية والرمزية للتفاعل الكيميائي.

المعادلة اللفظية: خارصين + حمض هيدروكلوريك → كلوريد الخارصين + هيدروجين



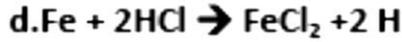
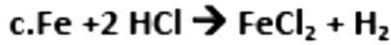
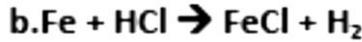
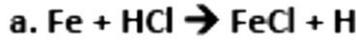
• اختر الإجابة الصحيحة:

1) ما هي القيمة العددية لمعامل  $\text{O}_2$  اللازمة لوزن المعادلة الآتية؟



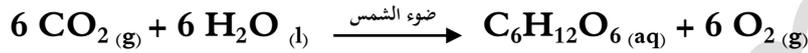
أ) 1      ب) 2      ج) 3      د) 4

2 ) أي من المعادلات التالية تمثل تمثيلاً صحيحاً للتفاعل بين الحديد وحمض الهيدروكلوريك ؟



• اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات التالية :

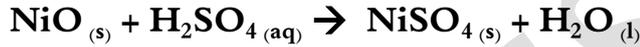
أ ) البناء الضوئي في النبات . ( ثاني أكسيد الكربون مع الماء بوجود ضوء الشمس يعطي سكريات وأكسجين )



ب ) تفكك كربونات النحاس (II) ليعطي أكسيد النحاس (II) وثاني أكسيد الكربون .



ج ) تفاعل أكسيد النيكل (II) مع حمض الكبريتيك لتكوين كبريتات النيكل (II) وماء .



• عرف المول .

هو كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو ( $N_A$ ) من الوحدات البنائية للمادة .

ملاحظة : 1 مول =  $6.02 \times 10^{23}$  وحدة ( ذرة , أيون , جزيء )

• احسب الكتلة المولية لكل من :

1 ) كلوريد الصوديوم  $\text{NaCl}$

2 ) كبريتات الألومنيوم  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

ملاحظة : تؤخذ الكتل المولية من الجدول الدوري للعناصر ( الرقم الموجود في الأسفل وليس الرقم المتسلسل ) .

$$\text{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g.mol}^{-1}$$

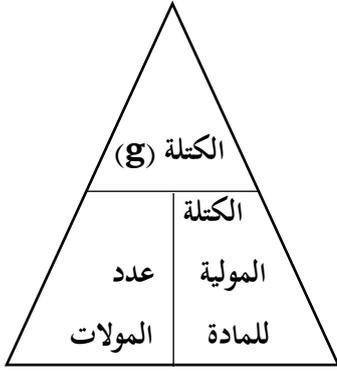
$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = ( 2 \times 27 ) + ( 3 \times 32 ) + ( 12 \times 16 ) = 342 \text{ g.mol}^{-1}$$

• احسب كتلة 0.5 مول من الماء .

$$\text{H}_2\text{O} = ( 1 \times 2 ) + ( 16 \times 1 ) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$$

هذه كتلة مول واحد من الماء ولكي نحسب الكمية المطلوبة :

$$0.5 \times 18 = 9 \text{ g}$$



- ( 1 ) كم مول من الرصاص Pb توجد في 41.4 جرام منه ؟

لحل هذا التمرين نستخدم القانون التالي :

الكتلة ( جرام )

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة المولية للمادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}}$$

الكتلة المولية للمادة

يمكن استخدام المثلث الموضح جانباً

لحساب ( الكتلة ) أو ( عدد المولات )

$$\text{عدد مولات الرصاص} = 41.5 / 207 = 0.2 \text{ mol}$$

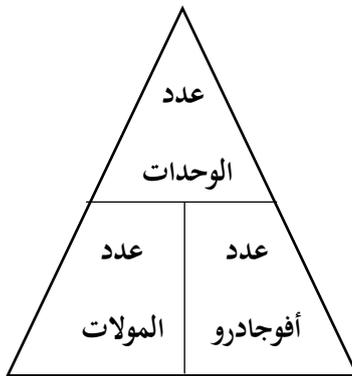
- ( 2 ) كم عدد ذرات الرصاص التي تحتويها هذه الكتلة من الرصاص ؟

لحل هذا التمرين نستخدم القانون التالي :

$$\text{عدد الوحدات ( ذرات , جزيئات )} = \text{عدد المولات} \times \text{عدد أفوجادرو}$$

يمكن استخدام المثلث الموضح جانباً

لحساب ( عدد الوحدات ) أو ( عدد المولات )



$$\text{عدد ذرات الرصاص} = 0.2 \times ( 10^{23} \times 6.02 ) = 1.204 \times 10^{23}$$

- احسب كتلة  $3 \times 10^{22}$  ذرة كربون (  $C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  )

الكتلة = عدد المولات  $\times$  الكتلة المولية

الكتلة المولية = 12

عدد الوحدات

$$10^{22} \times 3$$

$$\text{عدد المولات} = ? \quad \text{لكن عدد المولات} = \frac{\text{عدد أفوجادرو}}{\text{عدد المولات}} = 0.05 \text{ mol}$$

$$10^{23} \times 6.02$$

عدد أفوجادرو

$$\text{الكتلة} = 12 \times 0.05 = 0.6 \text{ g}$$

- ما عدد الجزيئات في 32 g من ثاني أكسيد الكبريت  $\text{SO}_2$  ؟

$$\text{عدد الجزيئات} = \text{عدد المولات} \times \text{عدد أفوجادرو}$$

عدد المولات = ؟

الكتلة

$$\text{لكن عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة المولية للمادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}}$$

الكتلة المولية للمادة

$$64 \text{ g} = ( 2 \times 16 ) + ( 1 \times 32 ) = \text{SO}_2$$

$$\text{عدد المولات} = 32 / 64 = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{عدد الجزيئات} = 0.5 \times ( 10^{23} \times 6.02 ) = 3.01 \times 10^{23} \text{ جزيء}$$

1 ) احسب كتلة 0.25 mol من كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ثم أحسب عدد مولات كربونات الصوديوم في 132.5 g منها .

2 ) احسب الكتلة المولية لجزيء واحد من حمض الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$  .

• انظر إلى المعادلة الآتية :



احسب كتلة ثاني أكسيد الكربون الناتجة من تسخين 15 g من الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) .

أولاً : إن لم تكن المعادلة موزونة نوزنها .



السطر الأول	الكتلة المولية	الكتلة المولية
( لأن المعطى كتلة )	( لأن المطلوب كتلة )	
السطر الثاني	المعطى ( 15 g )	المطلوب ( X )
	( كتلة )	( كتلة )

الكتلة المولية ل  $\text{CaCO}_3 = ( 1 \times 40 ) + ( 1 \times 12 ) + ( 16 \times 3 ) = 100 \text{ g.mol}^{-1}$

الكتلة المولية ل  $\text{CO}_2 = ( 2 \times 16 ) + ( 1 \times 12 ) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$

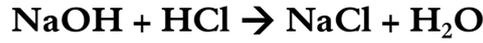


$$\begin{array}{ccc} 100 & & 44 \\ & \diagdown & / \\ & & X \\ & / & \diagdown \\ 15 & & \end{array}$$

كتلة  $\text{CO}_2 = ( 15 \times 44 ) / 100 = 6.6 \text{ g}$

ملاحظة : يكتب السطر الأول للمعادلة على أساس السطر الثاني

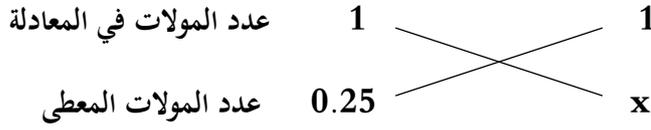
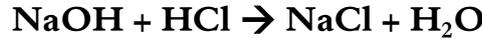
- فإن كان المعطى قيمة غرامية أي ( كتلة ) يجب أن يحسب في السطر الأول الكتلة المولية لنفس المركب وكذلك الأمر على المطلوب فإن طلب كتلة مادة تحسب كتلتها المولية لنفس المادة وتكتب تحتها في السطر الأول
- وإن كان المعطى قيمة مولية ( مولات ) يجب أن يكتب في السطر الأول عدد المولات لنفس المادة والذي يمكن معرفته من الرقم الموجود قبل صيغة المادة في المعادلة ( يجب أن يتم ذلك بعد موازنة المعادلة ) وكذلك الأمر بالنسبة للمطلوب فإن طلب عدد المولات يكتب في السطر الأول تحت المادة المطلوبة



• انظر إلى المعادلة التالية :

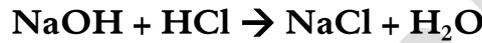
(1) ما عدد مولات كلوريد الصوديوم الناتجة من تفاعل 0.25 mol من هيدروكسيد الصوديوم .

ملاحظة : عند عدم كتابة أي رقم قبل المركب في المعادلة يعني أنه عبارة عن مول واحد فقط أي نعتبره (1)



$$0.25 \text{ mol} = (0.25 \times 1) / 1 = \text{عدد مولات كلوريد الصوديوم الناتجة}$$

(2) ما عدد مولات حمض الهيدروكلوريك اللازمة لتحضير 0.5 mol من كلوريد الصوديوم .



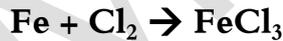
$$0.5 \text{ mol} = (0.5 \times 1) / 1 = \text{عدد مولات حمض الهيدروكلوريك اللازمة}$$

• ما عدد مولات حمض الهيدروكلوريك اللازمة لإنتاج 4 mol من كلوريد الخارصين .



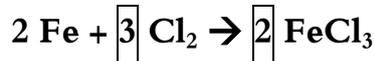
$$8 \text{ mol} = (2 \times 4) / 1 = \text{عدد مولات حمض الهيدروكلوريك اللازمة}$$

• انظر إلى المعادلة التالية :



ما كتلة كلوريد الحديد الناتجة من تفاعل 112 g من الحديد مع الكلور .

نبدأ بموازنة المعادلة إذا لم تكن موزونة لكي نكمل الحل بشكل سليم



الكتلة المولية  $2 \times 56$

$2 \times 162.5$

ثم نضع الأرقام المعطاة في المكان المناسب

الكتلة المعطاة 112

x

مع الانتباه للوحدة بعد الرقم (g)

أي أنه يجب استخدام الكتلة المولية في

السطر الأول مع مراعاة ضربها بعدد المولات

$$162.5 = \{ (56) + (3 \times 35.5) \} = \text{الكتلة المولية لكلوريد الحديد}$$

$$325 \text{ g} = (112 \times 325) / 112 = \text{كتلة كلوريد الحديد الناتجة}$$

- احسب كتلة الماء  $H_2O$  الناتجة من تفاعل 5 mol من  $O_2$  مع كمية وافرة من الهيدروجين معتمداً على معادلة

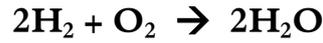


في هذه المسألة المطلوب مختلف عن المعطى

المطلوب : كتلة ( g )

المعطى : مولات ( mol )

لا يوجد أي مشكلة في هذه الحالة , المهم أن تكون الوحدة في السطر الأول مشابهة للوحدة في السطر الثاني في حالة الكتلة ( g ) نضع الكتلة المولية في السطر الأول حيث الكتلة المولية للماء = (16) + (1×2) = 18 في حالة المولات , نضع عدد المولات ( الرقم الموجود قبل المركب )



$$\begin{array}{r} 1 \text{ مول} \\ \times \\ 36 \text{ g} = 2 \times 18 \\ \hline 5 \text{ مول} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{كتلة} \\ \text{(كتلة)} \end{array} \quad x$$

$$\text{كتلة الماء الناتجة} = (5 \times 36) / 1 = 180 \text{ g}$$

تدريبات غير محلولة :

1 ( اكتب المعادلة الرمزية الموزونة لكل تفاعل من التفاعلات التالية :

أ - كلوريد بوتاسيوم + نترات الفضة ← كلوريد فضة + نترات البوتاسيوم  
( محلول مائي ) ( محلول مائي ) ( صلب ) ( محلول مائي )

ب - نترات فضة + نحاس ← نترات نحاس (II) + فضة  
( محلول مائي ) ( صلب ) ( محلول مائي ) ( صلب )

ج - كبريتات نحاس (II) + نترات باريوم ← نترات نحاس (II) + كبريتات باريوم  
( محلول مائي ) ( محلول مائي ) ( محلول مائي ) ( صلب )

2) زن المعادلات التالية :



3) احسب عدد المولات في 36 g من الماء (  $\text{H}_2\text{O}$  )

4) احسب كتلة 0.25 mol من حمض الكبريتيك (  $\text{H}_2\text{SO}_4$  )

5) ما عدد ذرات الحديد ( Fe ) الموجودة في 2.8 مول منه ؟

6) احسب كتلة كلورات البوتاسيوم (  $\text{KClO}_3$  ) التي ينتج عند تحليلها 30 g من الأوكسجين :



7) احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم الناتج من تفاعل 5 g من الصوديوم مع الماء طبقاً للمعادلة :



• استعن بالجدول الدوري للحصول على الكتل المولية اللازمة

## الدرس الثاني

### الصيغ الكيميائية

- عرف كلاً من الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية .  
الصيغة الأولية : هي الصيغة التي تمثل أبسط نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب  
مثال : الصيغة الأولية للجلوكوز (  $\text{CH}_2\text{O}$  )  
الصيغة الجزيئية : هي الصيغة التي تمثل العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء واحد من المادة  
مثال : الجلوكوز (  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  )
- ما الصيغة الأولية للمركب  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ؟  
نفسه .. لا يتغير لأن الأرقام لا تقبل القسمة على عدد صحيح
- ما الصيغة الأولية لكل من المركبات التالية :  $\text{C}_2\text{H}_4$  ,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$   
 $\text{C}_2\text{H}_4$  : الأرقام تقبل القسمة على 2 فتكون الصيغة الأولية  $\text{CH}_2$   
 $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$  : الأرقام تقبل القسمة على 2 فتكون الصيغة الأولية  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}$
- بتحليل مركب ما وجد أنه يحتوي على (  $\text{Ca } 13.5 \text{ g}$  ) و (  $\text{O } 10.8 \text{ g}$  ) و (  $\text{H } 0.675 \text{ g}$  )  
ما هي الصيغة الأولية للمركب ؟  
لحل مثل هذا التمرين نقوم بعمليتين :

H	O	Ca	
$= 1.01 \div 0.675$ 0.668	$= 16 \div 10.8$ 0.675	$= 40.1 \div 13.5$ 0.337	نقسم على الكتلة المولية لإيجاد عدد المولات
$= 0.337 \div 0.668$ 2 ~ 1.98	$= 0.337 \div 0.675$ 2	$= 0.337 \div 0.337$ 1	نقسم على أصغر رقم من النتائج السابقة

الصيغة الأولية هي :  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  أو  $\text{CaO}_2\text{H}_2$

- أوجد الصيغة الأولية لمركب يتكون من (  $\text{Fe } 5.6 \text{ g}$  ) و (  $\text{O } 2.4 \text{ g}$  ) .

O	Fe
$0.15 = 16 \div 2.4$	$0.1 = 56 \div 5.6$
$1.5 = 0.1 \div 0.15$ $3 = 2 \times 1.5$	$1 = 0.1 \div 0.1$ $2 = 2 \times 1$

حالة خاصة : وجود نصف في الجواب ( 1.5 ) حيث أنه لا يمكن أن يتم تقريبه

لذلك نقوم بضرب النتيجة ب ( 2 ) فتصبح الصيغة الأولية :  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

- ( 1 ) أوجد الصيغة الأولية لمركب عضوي النسبة المئوية للعناصر به كالآتي :

$$C = 40.00 \% , H = 6.72 \% , O = 53.29 \%$$

يكون الحل كما لو أن النسب المئوية عبارة عن كتل

O	H	C
$3.331 = 16 \div 53.29$	$6.667 = 1.008 \div 6.72$	$3.331 = 12.01 \div 40$
$1 = 3.331 \div 3.331$	$2 = 3.331 \div 6.667$	$1 = 3.331 \div 3.331$

الصيغة الأولية :  $CH_2O$

- ( 2 ) إذا كانت الكتلة المولية للمركب  $180 \text{ g.mol}^{-1}$  أوجد الصيغة الجزيئية لهذا المركب .

لحل هذا التمرين بطريقة سهلة وبسيطة

أولاً : نحسب الكتلة المولية للصيغة الأولية التي أوجدناها في الطلب الأول  $CH_2O$   $32 = 16 + 2 + 12 =$

ثانياً : نقسم الكتلة الجزيئية ( المولية ) المعطاة للمركب على الكتلة المولية للصيغة الأولية

$$6 = 32 \div 180$$

ثالثاً : نضرب الصيغة الأولية بالنتائج الأخير :  $C_{(1 \times 6)}H_{(2 \times 6)}O_{(1 \times 6)}$

فتكون الصيغة الجزيئية :  $C_6H_{12}O_6$

- إذا كانت الكتلة الجزيئية لأحد المركبات الهيدروكربونية هي  $70 \text{ g.mol}^{-1}$  وكانت صيغته الأولية  $CH_2$

أوجد الصيغة الجزيئية لهذا المركب .

$$14 \text{ g} = ( 1 \times 12 ) + ( 1 \times 2 ) =$$

نحسب النسبة : كتلة الصيغة الجزيئية ÷ كتلة الصيغة الأولية =  $5 = 14 \div 70 =$

نضرب الصيغة الأولية بـ 5

الصيغة الجزيئية هي :  $C_5H_{10}$

- عند الاحتراق الكامل لعينة من مركب هيدروكربوني ينتج (  $CO_2$  4.40 g ) و (  $H_2O$  2.70 )

ما هي الصيغة الأولية للمركب .

تمرين جديد بصيغة جديدة لكي نبدأ بالحل يجب معرفة كتل كل من عنصري الكربون والهيدروجين بما أنه يبين من

خلال النص أن المركب المجهول هو مركب هيدروكربوني

بعد معرفة كتل الهيدروجين والكربون نكمل إيجاد الصيغة الأولية كما في السابق .

لمعرفة كتلة العنصر داخل المركب نستخدم القانون التالي :

الكتلة المولية للعنصر

$$\text{كتلة العنصر} = \text{كتلة المركب المعطاة} \times$$

الكتلة المولية للمركب

$$44 \text{ g} = 12 + ( 16 \times 2 ) = CO_2$$

$$18 \text{ g} = 16 + 2 = H_2O$$

$$1.2 \text{ g} = (12.011 / 44) \times 4.40 = \text{C}$$

$$0.299 \text{ g} = (2 / 18) \times 2.7 = \text{H}_2$$

بعد أن انتهينا من حساب الكتل نبدأ بحساب الصيغة الأولية كالمعتاد .

H	C	
$0.29 = 1 \div 0.299$	$0.099 = 12 \div 1.2$	عدد المولات = الكتلة المولية / الكتلة
$3 = 0.099 \div 0.29$	$1 = 0.099 \div 0.099$	نقسم على أصغر رقم

الصيغة الأولية هي :  $\text{CH}_3$

تدريبات غير محلولة

- احسب الكتلة الجزيئية للمركب  $\text{N}_2\text{H}_4$  مستعيناً بالجدول الدوري .
- ما هي الصيغة الأولية لمركب فلوريد الفضة إذا علمت أن نسبة الفضة به تساوي 85% .
- فوق أكسيد الهيدروجين وجد بالتحليل أنه يتكون من 5.9 g هيدروجين و 94.1 g أكسجين فإذا علمت أن كتلته الجزيئية تساوي 34 g فما هي الصيغة الجزيئية للمركب ؟

## الدرس الثالث

### المعايرة

- عرف المولارية واكتب القانون المعبر عنها .  
المولارية : هي عدد مولات المذاب في لتر من المحلول وتقاس بوحدة مول / لتر (  $\text{mol L}^{-1}$  أو  $\text{mol dm}^{-3}$  أو  $\text{M}$  )

المولارية (M) (Molarity)	=	عدد المولات المذاب حجم المحلول باللتر
--------------------------------	---	--

$$M = \frac{n}{V(l)}$$

ويمكن حساب عدد المولات من القانون :  $n = M \times V(l)$

- عرف المحلول المولاري .  
هو محلول قياسي يحتوي اللتر منه على مول واحد من المادة الذائبة .
- حضر محلول بإذابة ( 4.39 g ) من كلوريد الصوديوم NaCl في كمية من الماء للحصول على محلول حجمه 250 ml . احسب تركيز NaCl بوحدة  $\text{mol . l}^{-1}$

المعطيات : حجم المحلول = 250 ml نحوله مباشرة إلى اللتر , نقسم على 1000 = 0.25 L

كتلة المادة = 4.39 g عدد المولات = ؟ المولارية = ؟

لحساب المولارية يجب حساب عدد المولات أولاً

عدد المولات = كتلة المادة / الكتلة المولية ,  $n = m / M$

نحسب الكتلة المولية لـ NaCl = ( 35.5 + 23 ) = 58.5

نعوض في قانون عدد المولات =  $4.39 \div 58.5 = 0.075$  مول

الآن يمكننا حساب التركيز المولاري

[ NaCl ] = عدد المولات / الحجم باللتر =  $0.075 \div 0.25 = 0.3 \text{ mol . L}^{-1}$

- احسب كتلة كربونات الصوديوم الهيدروجينية  $\text{NaHCO}_3$  اللازمة لتحضير محلول حجمه 200 ml وتركيزه 1.5 M .

المعطيات : حجم المحلول : 200 ml نحوله مباشرة إلى اللتر , نقسم على 1000 = 0.2 L

المولارية = 1.5 كتلة المادة = ؟

لحساب كتلة المادة يجب حساب عدد المولات أولاً

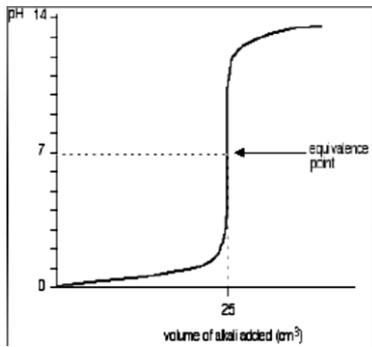
عدد المولات = المولارية  $\times$  حجم المحلول باللتر =  $0.2 \times 1.5 = 0.3 \text{ mol}$

كتلة المادة = عدد المولات  $\times$  الكتلة المولية

الكتلة المولية لكربونات الصوديوم الهيدروجينية =  $23 + 1 + 12 + (3 \times 16) = 84$

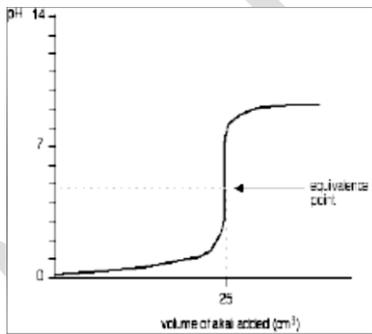
نعوض في قانون كتلة المادة =  $84 \times 0.3 = 25.2 \text{ g}$

- عرف المعايرة وكيف يستدل على نهايتها .
  - هي عملية كيميائية الغرض منها تعيين تركيز مادة مجهولة التركيز بمعلومية تركيز محلول مادة أخرى تعرف باسم المحلول القياسي .
  - يستدل على نهاية المعايرة بالوصول لنقطة التعادل وذلك بتغير لون الدليل .
  - عرف نقطة التعادل .
  - هي النقطة التي يتساوى فيها عدد مولات  $H^+$  من الحمض مع عدد مولات  $OH^-$  من القلوي .
- $$[H^+] = [OH^-]$$
- عرف الدليل ( الكاشف ) .
  - هو عبارة عن حمض أو قاعدة ضعيفة تستخدم لتحديد نقطة التعادل حيث يتغير لون الدليل عند هذه النقطة أو بالقرب منها .

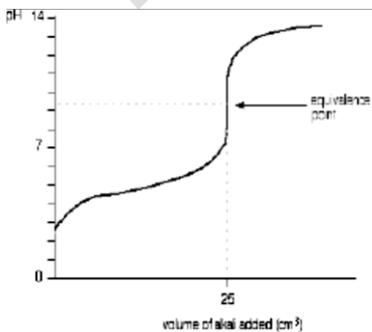


#### أنواع المعايرة :

- معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية .
- PH نقطة التكافؤ = 7
- الأدلة المستخدمة :  
الفيولفتالين - الميثيل البرتقالي



- معايرة حمض قوي مع قاعدة ضعيفة .
- PH نقطة التكافؤ > 7
- الأدلة المستخدمة :  
الميثيل البرتقالي والميثيل الأحمر



- معايرة حمض ضعيف مع قاعدة قوية .
- PH نقطة التكافؤ < 7
- الأدلة المستخدمة :  
الفيولفتالين

لحل مسألة المعايرة يجب علينا في البداية حفظ الحموض والقواعد الضرورية

قواعد ضعيفة	قواعد قوية	حموض ضعيفة	حموض قوية
$\text{NH}_4\text{OH}$ هيدروكسيد الأمونيوم	$\text{NaOH}$ هيدروكسيد الصوديوم	$\text{H}_2\text{CO}_3$ حمض الكربونيك	$\text{HCl}$ حمض الهيدروكلوريك
$\text{NH}_3$ الأمونيا	$\text{KOH}$ هيدروكسيد البوتاسيوم	$\text{CH}_3\text{COOH}$ حمض الإيثانويك	$\text{H}_2\text{SO}_4$ حمض الكبريتيك
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ هيدروكسيد الكالسيوم	$\text{HCOOH}$ حمض الميثانويك	$\text{HNO}_3$ حمض النتريك

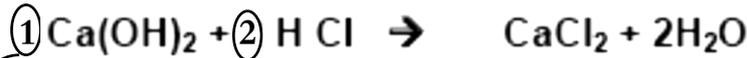
وحفظ القوانين والرموز التالية :

$$\frac{\text{(مولارية القلوي} \times \text{حجمه)}}{\text{عدد مولات القلوي}} = \frac{\text{(مولارية الحمض} \times \text{حجمه)}}{\text{عدد مولات الحمض}}$$

$$\frac{M_b V_b}{n_b} = \frac{M_a V_a}{n_a}$$

القلوي Alkali	الحمض Acid	
$M_b$	$M_a$	التركيز Molarity
$V_b$	$V_a$	الحجم volume
$n_b$	$n_a$	عدد المولات (من المعادلة الموزونة) No. of moles

- أجريت معايرة 20 ml من محلول هيدروكسيد الكالسيوم  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  باستخدام حمض الهيدروكلوريك  $\text{HCl}$  0.5 M وعند تمام التفاعل استهلك 25 ml من الحمض . احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم . في البداية يجب كتابة المعادلة بشكل صحيح وموازنتها لمعرفة عدد المولات الصحيح .



$$\frac{M_b V_b}{n_b} = \frac{M_a V_a}{n_a}$$

الحل :

المعطيات :

$$\frac{(M_b \times 20)}{1} = \frac{(0.5 \times 25)}{2}$$

$$M_b = \frac{(0.5 \times 25 \times 1)}{(2 \times 20)} = 0.3125 \text{ M (مول / لتر)}$$

القلوي	الحمض	
?	0.5M	M
20ml	25ml	V
1	2	n

- تفاعل 150 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم يحتوي اللتر منه على 28 g , مع 75 ml من محلول حمض هيدروكلوريك احسب تركيز الحمض علماً بأن :

$$(H= 1 \text{ g mol}^{-1}, O = 16 \text{ g mol}^{-1}, Na = 23 \text{ g mol}^{-1})$$

في حال أعطي كتلة المادة بدل المولارية نقوم بحساب مولارية المحلول أولاً

$$M = \frac{n}{V(l)}$$

كتلة هيدروكسيد الصوديوم 28

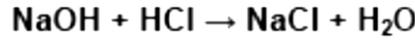
$$0.7 \text{ mol} = \frac{28}{(23 + 16 + 1)} = \frac{28}{40} = n$$

لكن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم ( 23 + 16 + 1 )

بما أن اللتر يحتوي على 28 g أي أن الحجم يعتبر 1 لتر , نعوض في قانون المولارية

$$0.7 \text{ M} = 1 \div 0.7 = M$$

نكتب الآن معادلة التفاعل ونضع جميع المعطيات ضمن جدول :



القلوي	الحمض	
0.7 M	X	M
150 ml	75 ml	V
1	1	n

نكتب قانون المعايرة : الحمض القاعدة

$$\frac{M_b V_b}{n_b} = \frac{M_a V_a}{n_a}$$

$$\frac{0.7 \times 150}{1} = \frac{M_a \times 75}{1}$$

$$M_a = 75 \div (0.7 \times 150) = 1.4 \text{ M (مولارية الحمض)}$$

1 ( ما كتلة المادة المذابة في المحاليل الآتية :

أ - نصف لتر من هيدروكسيد الصوديوم يحتوي على  $0.003 \text{ M}$

ب -  $100 \text{ ml}$  من محلول حمض هيدروكلوريك تركيزه  $0.1 \text{ M}$

ج -  $200 \text{ ml}$  من محلول  $0.5 \text{ M}$  كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

2 ( أوجد حجم حمض الهيدروكلوريك تركيزه  $0.2 \text{ M}$  اللازم للتفاعل مع :

أ -  $15 \text{ ml}$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم (  $\text{NaOH}$  ) وتركيزه  $0.7 \text{ M}$

ب -  $10 \text{ ml}$  محلول ماء الجير (  $\text{CaCO}_3$  ) ،  $0.5 \text{ M}$

## التقويم

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي :

- كم عدد الذرات في 5 mol من الكبريت ( S ) ؟

1 (  $10^{23} \times 1.2$  )

2 (  $10^{23} \times 6.02$  )

3 (  $10^{115} \times 6.02$  )

4 (  $10^{24} \times 3.01$  )

- كم عدد الذرات في ( 0.10 mol ) من جزيء الإيثين (  $C_2H_4$  ) ؟

1 (  $10^{22} \times 3.61$  )

2 (  $10^{22} \times 6.02$  )

3 (  $10^{23} \times 3.61$  )

4 (  $10^{23} \times 6.02$  )

- تعود الرائحة المميزة للثوم إلى وجود مركب S (  $C_3H_5$  )<sub>2</sub> . فما هي كتلة 2.50 mol من هذا المركب ؟

1 ( 280 g )

2 ( 258 g )

3 ( 285 g )

4 ( 255 g )

- على كم يحتوي 1 mol من الماء ؟

1 (  $10^{23} \times 6.02$  ذرة هيدروجين )

2 (  $10^{23} \times 2.01$  ذرة أكسجين )

3 (  $10^{23} \times 3.01$  ذرة أكسجين )

4 (  $10^{23} \times 6.02$  جزيء ماء )

- كم عدد في 325 g من هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  ؟

1 ( 439 mol )

2 ( 4.39 mol )

3 ( 43.9 mol )

4 ( 3.94 mol )

- الكتلة المولية لمركب كبريتات الحديد ( III )  $Fe_2(SO_3)_3$  ؟

1 (  $191.76 \text{ g.mol}^{-1}$  )

2 (  $207.76 \text{ g.mol}^{-1}$  )

3 (  $344.03 \text{ g.mol}^{-1}$  )

4 (  $399.88 \text{ g.mol}^{-1}$  )

- 0.20 mol من مادة يحتوي على 27.0 g , احسب الكتلة المولية لهذه المادة .

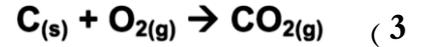
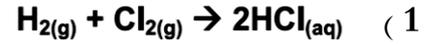
1 (  $13.5 \text{ g.mol}^{-1}$  )

2 (  $27 \text{ g.mol}^{-1}$  )

3 (  $54 \text{ g.mol}^{-1}$  )

4 (  $135 \text{ g.mol}^{-1}$  )

• أي من المعادلات التالية لا تمثل معادلة موزونة ؟



• ما هي الصيغة الأولية لمركب  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ؟



• ماهي الصيغة الجزيئية لمركب صيغته الأولية  $\text{NO}_2$  والكتلة الجزيئية له  $92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ؟



• احسب عدد المولات الموجودة في  $0.20 \text{ L}$  من حمض الهيدروكلوريك تركيزه  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .



• احسب الكتلة اللازمة لتحضير  $2 \text{ L}$  من محلول السكروز  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  بتركيز  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .



أجب عن الأسئلة التالية :

1 ( احسب كل من الآتي : باعتبار ( عدد أفوجادرو =  $10^{23} \times 6.02$  )

a ( عدد ذرات الكبريت في  $64 \text{ g}$  من الكبريت ( S ) .

عدد الذرات = ( كتلة المادة  $\times$  عدد أفوجادرو ) / الكتلة المولية =  $(10^{23} \times 6.02 \times 64) / 32 = 1.2 \times 10^{24}$  ذرة

b ( عدد ذرات الأكسجين في  $22 \text{ g}$  من ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$

عدد الذرات =  $(10^{23} \times 6.02 \times 22) / 44 = 2 \times 10^{23}$  ذرة (عدد ذرات الأوكسجين في مركب  $\text{CO}_2$ )

c ( عدد ذرات المغنيسيوم في  $0.01 \text{ mol}$  من المغنيسيوم

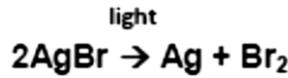
عدد الذرات = عدد أفوجادرو  $\times$  عدد المولات =  $0.01 \times 10^{23} \times 6.02 = 6.02 \times 10^{21}$  ذرة

d ( عدد مولات المغنيسيوم التي تحتوي على  $10^{23} \times 24.8$  ذرة منه .

عدد المولات = عدد الجسيمات / عدد أفوجادرو =  $10^{23} \times 24.8$

2 ) عبر عن التفاعلات الكيميائية الآتية بمعادلات كيميائية رمزية موزونة .

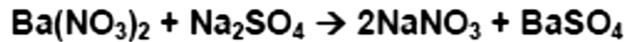
a ) تحلل بروميد الفضة بوجود الضوء إلى عناصره



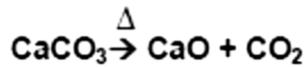
b ) نشادر + كلوريد الهيدروجين = كلوريد الأمونيوم



c ) نترات الباريوم + كبريتات الصوديوم = نترات الصوديوم + كبريتات الباريوم



d ) تحلل كربونات الكالسيوم بالحرارة إلى أكسيد الكالسيوم ويتحرر غاز ثاني أكسيد الكربون .



3 ) زن المعادلات الكيميائية التالية مع وضع الحالة الفيزيائية عند كل مادة :

- $2 \text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}$
- $3 \text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$
- $2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

4 ) فيتامين C - حمض الأسكوربيك صيغته الجزيئية (  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  ) أجب عن الأسئلة التالية :

أ ) إذا علمت أن الجرعة الموصى بها من فيتامين ( C ) هو 60 mg , كم مول تستهلك عند تناول هذه الجرعة

عدد المولات = الكتلة بالغرام / الكتلة المولية

$$176 = ( 6 \times 12 ) + ( 1 \times 8 ) + ( 6 \times 16 ) = \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$$

$$\text{تحويل من mg إلى g} \leftarrow 0.06 \text{ g} = 1000 \div 60 \text{ mg}$$

$$\text{عدد المولات} = 176 \div 0.06 = 3.4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

ب ) أقراص فيتامين ( C ) المتداولة على 1 g منه , احسب عدد المولات من فيتامين ( C ) التي تمثلها هذه الكمية ؟

$$\text{عدد المولات} = \text{الكتلة بالغرام} / \text{الكتلة المولية} = 176 \div 1 = 5.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

ج ) عند استهلاك 1 g من فيتامين ( C ) , احسب عدد ذرات الأوكسجين التي تتناولها من خلال هذه الجرعة ؟

$$\text{عدد الذرات} = \text{عدد المولات} \times \text{عدد أفوجادرو}$$

$$\text{عدد مولات الأوكسجين} = \text{عدد ذرات الأوكسجين في المركب} \times \text{عدد مولات المركب}$$

$$\text{mol } 10^{-3} \times 33.6 = 10^{-3} \times 5.6 \times 6 =$$

$$10^{22} \times 2.02 = ( 10^{23} \times 6.02 ) \times ( 10^{-3} \times 33.6 ) = \text{عدد الذرات}$$

5 ) تمثل المعادلة الكيميائية الآتية التفاعل الكيميائي عند تفريغ بطارية السيارة :



احسب كتلة كبريتات الرصاص الناتجة من تفاعل 41.4 g من الرصاص مع كمية وافرة من حمض الكبريتيك وأكسيد الرصاص .



$$\begin{array}{r} 207 \\ 41.4 \end{array} \begin{array}{r} \times \\ \times \end{array} \begin{array}{r} 2 \times 303 \\ x \end{array}$$

$$X = (2 \times 303) \times 41.4 \div 207 = 121.2 \text{ g}$$

6 ) احسب كتلة اليوريا  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  اللازمة لتحضير محلول حجمه 500 ml بتركيز  $0.5 \text{ mol.l}^{-1}$

$$\text{تحويل من ml إلى L نقسم على } 1000 \leftarrow 1000 \div 500 = 0.5 \text{ L}$$

$$\text{عدد المولات} = \text{المولارية} \times \text{الحجم باللتر} = 0.5 \times 0.5 = 0.25$$

$$\text{الكتلة المولية للمركب} = 12 + 16 + [ 2 \times ( 2 + 14 ) ] = 60$$

$$\text{الكتلة} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية} = 60 \times 0.25 = 15 \text{ g}$$

7 ) احسب التركيز المولاري لمحلول ناتج من إذابة 34.2 g من سكر المائدة  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  في كمية من الماء للحصول على محلول حجمه 2 L

$$\text{الكتلة المولية للمركب} = ( 11 \times 16 + 22 + 12 \times 12 ) = 342$$

$$\text{عدد المولات} = 34.2 \div 342 = 0.1 \text{ mol}$$

$$\text{التركيز المولاري M} = \text{عدد المولات} \div \text{الحجم باللتر} = 0.1 \div 2 = 0.05 \text{ M}$$

8 ) احسب كتلة أكسيد الكالسيوم ( CaO ) التي تنتج من تسخين 14.8 g هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)<sub>2</sub> حسب المعادلة الكيميائية الآتية :



$$\begin{array}{ccc} 74 & & 56 \\ & \times & \\ 14.8 & & x \end{array}$$

$$74 = (2 \times 17) + 40 = \text{Ca(OH)}_2 \text{ الكتلة المولية لـ}$$

$$56 = 16 + 40 = \text{CaO} \text{ الكتلة المولية لـ}$$

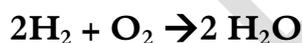
$$11.2 \text{ g} = 74 \div (14.8 \times 56) = x$$

9 ) يتكون النفتالين الذي يستعمل في منع حشرة العث عن الملابس الصوفية من 93.75% كربون , 6.25% هيدروجين أوجد الصيغة الأولية للنفتالين .

H	C
6.25 = 1 ÷ 6.25	7.81 = 12 ÷ 93.75
1 = 6.25 ÷ 6.25	1 = 6.25 ÷ 7.81

الصيغة الأولية : CO

10 ) عند إمرار تيار كهربائي في مخلوط من غازي الأكسجين والهيدروجين تكون 45g من بخار الماء , احسب عدد مولات الأكسجين والهيدروجين الداخلة في التفاعل من هذا المخلوط .



$$2 \quad 1 \quad (2 \times 18)$$

$$X = (45 \times 2) \div (2 \times 18) = 2.5 \text{ mol}$$

$$X \quad X_1 \quad 45$$

$$X_1 = (45 \times 1) \div (2 \times 18) = 1.25 \text{ mol}$$

11 ) بتحليل أحد الغازات وجد أنه يتكون من كربون بنسبة 92.3% وهيدروجين بنسبة 7.7% فإذا علمت أن الكتلة الجزيئية له تساوي 26 g فما هي صيغته الجزيئية .

أولاً : الصيغة الأولية

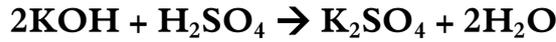
H	C
7.7 = 1 ÷ 7.7	7.7 = 12 ÷ 92.3
1 = 7.7 ÷ 7.7	1 = 7.7 ÷ 7.7

الصيغة الأولية : CH كتلته المولية = 13

$$\text{عدد التضاعف} = 26 \div 13 = 2$$



12 ( احسب التركيز المولاري لحمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  الذي يتعادل 10 ml منه مع 25 ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم  $0.4 \text{ mol.l}^{-1}$  )



$$\frac{M_a \cdot V_a}{n_a} = \frac{M_b \cdot V_b}{n_b} = \frac{M_a \times 10}{1} = \frac{0.4 \times 25}{2} = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$$

13 ( عجينة من الخبز كتلتها 150g , عند وضعها داخل فرن كانت غاز  $CO_2$  المنطلقة 0.21 g إذا علمت أن معادلة التفاعل كالتالي :



احسب أ ) كتلة  $NaHCO_3$  المستخدمة في العجينة .

$2 \times 84$	$\times$	$44$	
$X$	$\times$	$0.21$	

الكتلة المولية ل  $NaHCO_3 = 84 = (3 \times 16) + 12 + 1 + 23$

الكتلة المولية ل  $CO_2 = 44 = 32 + 12$

$$X = 0.21 \times 2 \times 84 / 44 = 0.8 \text{ g}$$

ب ) النسبة المئوية لمادة  $NaHCO_3$  في الخبز .

$$\text{النسبة المئوية} = \text{كتلة المادة} \times 100 / \text{كتلة العجينة} = 100 \times 0.8 / 150 = 0.53\%$$

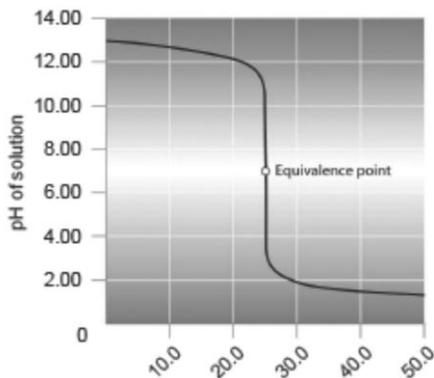
14 ( احسب كتلة كبريتات النحاس ( II ) المائية (  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  ) في  $17.3 \text{ cm}^3$  من محلول مائي تركيزه  $0.27 \text{ M}$  .

$$\text{نحول من } \text{cm}^3 \text{ إلى لتر نقسم على } 1000 \leftarrow 1000 \div 17.3 = 0.173 \text{ L}$$

$$\text{عدد المولات} = \text{المولارية} \times \text{الحجم باللتر} = 0.27 \times 0.173 = 0.0467$$

$$\text{الكتلة المولية ل } CuSO_4 \cdot 5H_2O = 249.5 = 80 + 10 + 64 + 32 + 63.5$$

$$\text{الكتلة} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية} = 0.0467 \times 249.5 = 1.173 \text{ g}$$



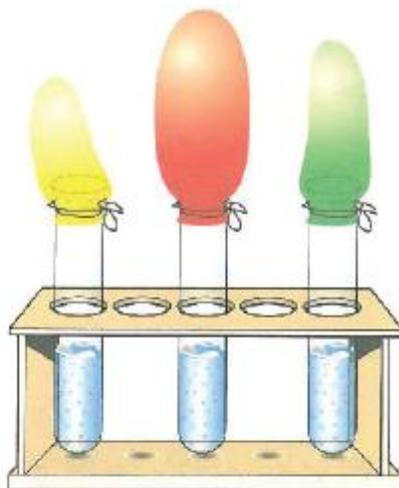
15 ( ادرس المنحني جيداً وأجب عن الأسئلة .

a ) حدد نوع المعايرة في الرسم البياني الموضح .

قاعدة قوية - حمض قوي

b ) اقترح دليل يمكن استخدامه خلال هذه المعايرة . فينولفثالين

16 ( قام مجموعة من الطلاب بعمل تجربة تم فيها إضافة 20 ml من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ثلاثة أنابيب زجاجية وتم إضافة شريط من المغنيسيوم بثلاث كتل مختلفة كما هو موضح في الشكل المقابل .



Mass of Mg= 0.6g      1.2g      0.9g

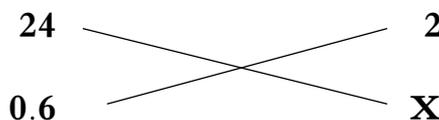
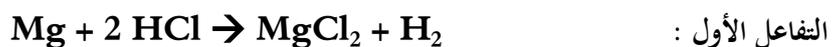
( a ) اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل المغنيسيوم مع حمض الهيدروكلوريك .



( b ) ماذا تلاحظ بالنسبة لحجم غاز الهيدروجين المتكون في كل بالون مطاوي ؟ ماذا تستنتج ؟

ازداد حجم الهيدروجين المتكون بزيادة كمية المغنيسيوم المستخدمة

( c ) احسب كتلة غاز الهيدروجين الناتجة من التفاعل في كل من الحالات الثلاثة .



$$0.05 \text{ g} = 24 / 0.6 \times 2 = X$$

$$0.1 \text{ g} = 24 / 1.2 \times 2 : \text{التفاعل الثاني}$$

$$0.075 \text{ g} = 24 / 0.9 \times 2 : \text{التفاعل الثالث}$$