من المجهري إلى العياني

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

المحتوى المفاهيمي : 01

تعيين كمية المادة لنوع كيميائي

المقادير المولية و كمية المادة

• مفهوم المول و عدد أفوقادور :

- المول هو كمية من المادة قدرها 1 mol تحتوي على العدد $6.02 \cdot 10^{23}$ من الأفراد الكيميائية لهذه المادة ، و نفس هذا العدد يمثل عدد الأفراد الكيميائية الموجودة في 12 g من الكربون ^{12}C .

- يسمى العدد $6.02 \cdot 10^{23}$ **عدد أفوقادرو** ، يرمز له بالرمز N_A ، فالمول إذن هو كمية من المادة تحتوي على عدد أفوقادرو من الأفراد الكيميائية لهذه المادة .

ملاحظة:

▪ الأفراد الكيميائية يمكن أن تكون ذرات ، جزيئات ، شوارد ، إلكترونات أو جسيمات أخرى.

• الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي :

- الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي X التي يرمز لها بـ M و حدتها الغرام على المول (g/mol) ، هي كتلة 1 مول (1mol) من ذرات هذا العنصر أي كتلة $6.02 \cdot 10^{23}$ (عدد أفوقادور) من ذرات هذا العنصر .

• حساب الكتلة المولية الذرية :

- حالة عنصر ليس له نظائر :

الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي ليس له نظير أو له نظائر بنسبة ضعيفة جدا ، مساوية للعدد الكتلي A لهذا العنصر بالغرام على المول أي :

$$M = A \ g/mol$$

- حالة عنصر له نظائر :

تحسب الكتلة المولية لعنصر له نظائر بالطريقة المتبعة في المثال التالي :

- عنصر النحاس Cu في الحالة الطبيعية له نظيران ^{63}Cu ، ^{65}Cu (العدد الذري Z = 29) بحيث النسب المئوية الذرية على التوالي: % 69,1 ، % 30,8 .

- لدينا الكتلة المولية لكل نظير :

$M_1(^{63}Cu) = A_1 = 63\ g/mol$

$M_2(^{65}Cu) = A_2 = 65\ g/mol$

- الكتلة المولية الذرية لعنصر النحاس Cu في الحالة الطبيعية تحسب كما يلي :

$$M(Cu) = M_1(^{63}Cu) \cdot \frac{69.1}{100} + M_2(^{65}Cu) \cdot \frac{30.8}{100}$$

$$M(Cu) = (63. \frac{69.1}{100}) + (65 . \frac{30.8}{100}) \rightarrow M(Cu) = 63.5\ g/mol$$

- الكتلة المولية لبعض العناصر الكيميائية :

العنصر الكيميائي			الكتلة المولية M $g . mol^{-1}$
الإسم	الرمز	العدد الكتلي A	
الكربون	C	12	12
الهيدروجين	H	1	1
الأكسجين	O	16	16
الآزوت	N	14	14
الصوديوم	Na	23	23
الكلور	Cl	35 ، 37	35.5

• الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي :

- الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي هي كتلة 1 mol من جزيئات هذا النوع الكيميائي يرمز لها أيضا بـ M و حدتها g/mol .

- تساوي الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي مجموع الكتل المولية للعناصر الكيميائية المكونة للنوع الكيميائي بحيث كل كتلة مولية مضروبة في عدد ذرات كل عنصر موجود في جزئ هذا النوع الكيميائي .

أمثلة :

- $M(H_2O) = 2\ M(H) + M(O)$
  $M(H_2O) = (2 . 1) + (16) = 18\ g/mol$
- $M(CO_2) = M(C) + 2\ M(O)$
  $M(CO_2) = (12) + (2 . 16) = 44\ g/mol$

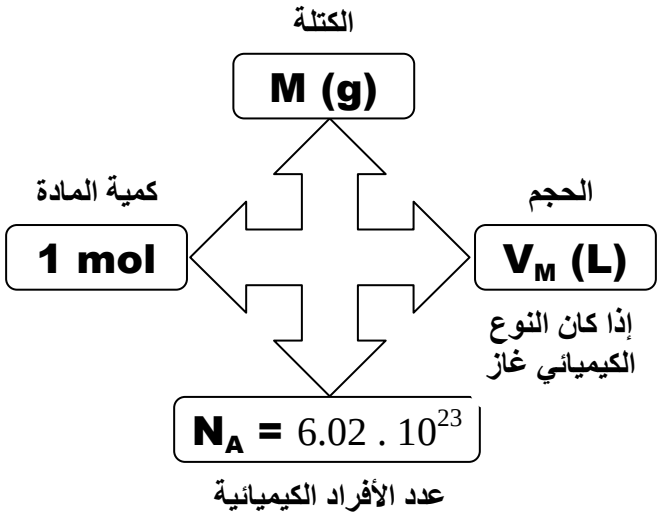
• الحجم المولي لغاز :

- الحجم المولي لغاز في شروط معينة من درجة الحرارة و الضغط هو حجم 1mol من هذا الغاز في هذه الشروط ، يرمز له بـ V_M و وحدته L/mol .

- في الشرطين النظاميين أين يكون الضغط مساوي للضغط الجوي العادي (P = 1 atm) ، و درجة الحرارة المساوية 0^0C يكون الحجم المولي مساوي $V_M = 22.4\ L/mol$.

ملاحظة :

يمكن تلخيص ما قلناه سابقا في المخطط التالي :



● قانون أفاقادرو أمبير :

ينص على ما يلي :

" الحجوم المتساوية من مختلف الغازات ، و الخاضعة إلى شرطين متماثلين من حيث الضغط و درجة الحرارة ، تحتوي على العدد نفسه من الأفراد الكيميائية و بالتالي نفس كمية المادة "

مثال :

- نعتبر أربع قارورات لها نفس الحجم و نفس الشرطين (الضغط و درجة الحرارة) تحتوي على الغازات التالية : ثنائي أكسيد الكربون CO_2 ، ثنائي الأكسجين O_2 ، الهيليوم He ، البوتان C_4H_{10} .

القارورات الأربع لها نفس الحجم و موجودة في نفس الشرطين من الضغط و درجة الحرارة ، حسب قانون أفوقادروأمبير لهما نفس كمية مادة الغاز أي :

$$n(CO_2) = n(O_2) = n(He) = n(C_4H_{10})$$

● علاقة كمية المادة بالمقادير الأخرى :

- علاقة كمية المادة n في نوع كيميائي معرف بكتلته m :

نعلم أن مولا واحدا لأي عينة من نوع كيميائي X كتلتها بالغرام هي الكتلة المولية M ، و عليه لحساب كمية المادة (عدد المولات) الموجودة في كتلة معية m من نفس النوع الكيميائي نستعمل القاعدة الثلاثية كما يلي :

$$\begin{cases} 1\ mol\ (X) \rightarrow M_X\ g \\ n\ mol\ (X) \rightarrow m_X\ g \end{cases}$$

و منه يكون :

$$n_X = \frac{m_X}{M(X)}$$

- علاقة كمية المادة n في نوع كيميائي معرف بعدد أفراده الكيميائية y :

نعلم أن مولا واحدا لأي عينة من نوع كيميائي X يحتوي على $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$ فرد كيميائي من هذا النوع الكيميائي ، و عليه لحساب كمية المادة الموجودة في عدد معين y من الأفراد الكيميائية لنفس النوع الكيميائي ، نستعمل القاعدة الثلاثية كما يلي :

$$\begin{cases} 1\ mol\ (X) \rightarrow N_A \text{ جزيء} \\ n\ mol\ (X) \rightarrow y \text{ جزيء} \end{cases}$$

و منه يكون :

$$n_X = \frac{y}{N_A}$$

- علاقة كمية المادة n في نوع كيميائي غازي معرف بحجمه V_{gaz} :

نعلم أن مولا واحدا لأي عينة من نوع كيميائي غازي X حجمها V_M ، و عليه لحساب كمية المادة الموجودة في حجم معين V_{gaz} من نفس النوع الكيميائي الغازي نستعمل القاعدة الثلاثية كما يلي :

$$\begin{cases} 1\ mol\ (X) \rightarrow V_M\ L \\ n\ mol\ (X) \rightarrow V_{gaz}\ L \end{cases}$$

و منه يكون :

$$n_X = \frac{V_{gaz}}{V_M}$$

- علاقة كمية المادة n في نوع كيميائي سائل معرف بحجمه V_ℓ :

الكتلة الحجمية لنوع كيميائي سائل X ، هي حاصل قسمة كتلة عينة منه m على الحجم V لنفس العينة ، يعبر عنها بالعلاقة : $\rho_X = \frac{m_X}{V_X}$ ، و منه :

$$m_X = \rho_X V_X .$$

لدينا سابقا : $n_X = \frac{m_X}{M}$ ومنه يصبح :

$$n_X = \frac{\rho_X V_X}{M}$$

ملاحظة :
يمكن دمج العلاقات السابقة في علاقة واحد كما يلي :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V_{gaz}}{V_M} = \frac{y}{N_A} = \frac{\rho_\ell . V_\ell}{M}$$

التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع)

الجزء الأول
النشادر هو غاز صيغته الجزيئية المجملة NH_3 .
1- أحسب كتلته المولية الجزيئية .
2- ما هي كمية المادة الموجودة في 0.68 g من النشادر .
3- ما هي كمية المادة الموجودة في 15.68 L من غاز النشادر في الشرطين النظاميين .
4- أحسب كتلة 8.96 L من غاز النشادر في الشرطين النظاميين .
5- أحسب كتلة $6.02 . 10^{22}$ جزيء من النشادر .
الجزء الثاني :
حمض الخل هو سائل صيغته الجزيئية المجملة $C_2H_4O_2$.
1- أحسب كتلته المولية .
2- ما هي كمية المادة في 200 mL من حمض الخل .
3- ما هو عدد الجزيئات في 1 mL من حمض الخل .
الجزء الثالث :
أكمل الجدول التالي :

النوع الكيميائي	الطبيعة	الكتلة المولية M(g/mol)	كمية المادة n(mol)	الكتلة m(g)	عدد الأفراد Y	الحجم V(L)
NH_3	غاز		0.1			
$C_2H_4O_2$	سائل			12		
Fe	صلب				$1.806 . 10^{23}$	/////////
CH_4	غاز					8.96
H_2O	سائل					$9 . 10^{-3}$
Na	صلب		0.6			////////

المعطيات :
M(H) = 1 g/mol , M(C) = 12 g/mol , M(O) = 16 g/mol , M(N) = 14 g/mol
M(Na) = 23 g/mol , M(Fe) = 56 g/mol ,
$\rho(C_2H_4O_2) = 1050$ g/L , $\rho(H_2O) = 1000$ g/L $\rho(air) = 1.29$ g/L

الأجوبة :
الجزء الأول
1- الكتلة المولية لـ NH_3 :

$M(NH_3) = M(N) + 3M(H)$
$M(NH_3) = 14 + (3 . 1) = 17$ g/mol

2- كمية المادة في 0.68 g من NH_3 :

$$n(NH_3) = \frac{m(NH_3)}{M}$$

$$n(NH_3) = \frac{0.68}{17} = 0.04\,mol$$

3- كمية المادة في 15.68 L من NH_3 في الشرطين النظاميين :

$$n(NH_3) = \frac{V(NH_3)}{V_M}$$

$$n(NH_3) = \frac{15.68}{22.4} = 0.7\,mol$$

4- كتلة 8.96 L من NH_3 في الشرطين النظاميين :

$$\frac{m(NH_3)}{M(NH_3)} = \frac{V(NH_3)}{V_M} \rightarrow m(NH_3) = \frac{V(NH_3).M(NH_3)}{V_M}$$

$$m(NH_3) = \frac{8.96\ .\ 17}{22.4} = 6.8\,g$$

5- كتلة $6.02\ .\ 10^{22}$ جزيء من NH_3 :

$$\frac{m(NH_3)}{M} = \frac{Y}{N_A} \rightarrow m(NH_3) = \frac{M.Y}{N_A}$$

$$m(NH_3) = \frac{17\,.\,6.02\ .10^{22}}{6.02\ .\ 10^{23}} = 1.7\,g$$

الجزء الثاني :

1- الكتلة المولية لحمض الخل :

$$M(C_2H_4O_2) = M(C) + 3M(H) + M(C) + 2M(O) + M(H)$$
$$M(C_2H_4O_2) = 12 + (3\ .\ 1) + 12 + (2\ .\ 16) + 1 = 60\ g/mol$$

2- كمية المادة في 200 mL من حمض الخل :

$$n(C_2H_4O_2) = \frac{\rho\,.\,V(C_2H_4O_2)}{M}$$

$$n(C_2H_4O_2) = \frac{1050\,.\,0.2}{60} = 3.5\,mol$$

3- عدد الجزيئات في 1 mL من حمض الخل :

$$\frac{Y}{N_A} = \frac{\rho\,.\,V(C_2H_4O_2)}{M} \rightarrow Y = \frac{N_A\,.\rho\,.\,V(C_2H_4O_2)}{M}$$

$$Y = \frac{6.02.10^{23}.1050.10^{-3}}{60} = 1.05.10^{22}$$

الجزء الثاني :

إكمال الجدول التالي :

النوع الكيميائي	الطبيعة	الكتلة المولية M(g/mol)	كمية المادة n(mol)	الكتلة m(g)	عدد الأفراد Y	الحجم V(L)
NH_3	غاز	17	**0.1**	1.7	$6.020 . 10^{22}$	2.24
CH_3COOH	سائل	60	0.2	**12**	$1.204 . 10^{23}$	$1.14 . 10^{-2}$
Fe	صلب	56	0.3	16.8	$\mathbf{1.806 . 10^{23}}$	/////////
CH_4	غاز	16	0.4	6.4	$2.408 . 10^{23}$	**8.96**
H_2O	سائل	18	0.5	9	$3.010 . 10^{23}$	$\mathbf{9 . 10^{-3}}$
Na	صلب	23	**0.6**	13.8	$3.612 . 10^{23}$	////////

التمرين (2) : (التمرين : 004 في بنك التمارين على الموقع)

حوجلة فارغة كتلتها $m_0 = 54.60\ g$ ، إذا ملئناها بغاز الأكسجين O_2 تصبح كتلتها $m_1 = 54.76\ g$ و إذا ملئناها بغاز آخر مجهول (X) و ماخوذ في نفس الشرطين من الضغط (P) و درجة الحرارة (T) تصبح كتلتها $m_2 = 54.74\ g$.

1- أحسب كتلة غاز الأكسجين O_2 و كذا كمية مادته .

2- أحسب كتلة الغاز (X) ثم استنتج كمية مادته .

3- أحسب الكتلة المولية للغاز (X) .

4- الغاز (X) هو غاز **الإيثلين** صيغته الجزيئية المجملة من الشكل C_nH_{2n} حيث n هو عدد ذرات الكربون . أوجد الصيغة الجزيئية المجملة لغاز الإيثلين ثم اكتب صيغته الجزيئية المفصلة .

يعطى : $M(C) = 12\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$.

الأجوبة :

1- كتلة غاز الأكسجين O_2 و كذا كمية مادته :

- $m(O_2) = m_1 - m_0 = 54.76 - 54.60 = 0.16\ g$
- $n(O_2) = \dfrac{m(O_2)}{M} = \dfrac{0.16}{(2.16)} = 5 . 10^{-3}\ mol$

2- كتلة الغاز X :

$m(X) = m_2 - m_1$

$m(X) = 54.74 - 54.60 = 0.14\ g$

- كمية مادة X :

حجمي الغازين (O_2) ، (X) يشغلان نفس الحجم المتمثل في حجم الحوجلة و في نفس الشروط ، و بالتالي يكون لهما نفس الحجم ، حسب قانون أفوقادرو أمبير يكون لهما نفس كمية المادة ، أي :

$n(X) = n(O_2) = 5 . 10^{-3}\ mol$

3- الكتلة المولية للغاز (X) :

$$n(X) = \frac{m(X)}{M} \rightarrow M(X) = \frac{m(X)}{m(X)}$$

$$M(X) = \frac{0.14}{5 . 10^{-3}} = 28\ g/mol$$

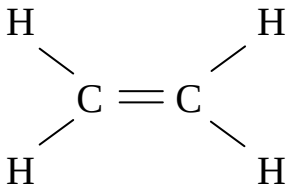
4- الصيغة الجزيئية المجملة للغاز (X) (الإيثلين) :

$C_nH_{2n} \rightarrow M = 12n + 2n = 14n$

و لدينا : $M = 28\ g/mol$ و منه :

$$14\,n = 28 \rightarrow n = \frac{28}{14} = 2$$

و منه الصيغة الجزيئية المجملة للإيثلين هي : C_2H_4 .
و صيغته الجزيئية المفصلة تكون كما يلي :



قانون الغاز المثالي

• متغيرات الحالة المميزة للغازات

- يزداد حجم بالونة مملوءة بالهواء كلما كانت كمية الهواء أكبر ، و ذلك تحت الضغط الجوي و درجة الحرارة السائدين .
- نلاحظ أن حجم هذه البالونة (حجم الهواء) يصغر كلما أدخلناها في الماء بعمق أكبر (أي كلما ازداد الضغط) ، وذلك في درجة حرارة ثابتة .
- نلاحظ أن وضع البالونة المملوء بالهواء تحت تأثير حرارة الشمس يؤدي إلى كبر حجمها ، ثم انفجارها .
- نستنتج أن العوامل المؤثرة في تغير حالة الغاز هي :
  - كمية المادة يرمز لها بـ n ووحدتها المول (mol) .
  - الضغط يرمز له بـ P و وحدته الباسكال (Pa) .
  - الحجم يرمز له بـ V و حدته المتر مكعب (m^3) .
  - درجة الحرارة المطلقة يرمز لها بـ T و وحدتها الكلفن (K) . (سنتعرف عليها فيما بعد)
- إن تغير أي عامل من هذه العوامل ينتج عنه تغير واحد أو أكثر من العوامل الأخرى .

• منشأ الضغط في الغاز :

- إن الغاز عندما يكون في حالة توازن في الوعاء الموضوع فيه يكون توزع جزيئات هذا الغاز بشكل ثابت في جميع نقاط الوعاء .
- الحركة العشوائية التي تقوم بها جزيئات الغاز في الفراغ الموجودة فيه تؤدي إلى التصادم مع بعضها و مع جدران الوعاء الداخلية ، فتولد هذه التصادمات قوى كبيرة تؤثر بشكل عمودي على الجدران الداخلية للوعاء محدثة ضغطا .

• مفهوم الضغط الجوي :

- الهواء في الجو هو خليط غازي يطبق قوة ضاغطة عل كل سطح يلامسه .
- نسمي الضغط الناتج عن هواء الجو بالضغط الجوي (atm) .

• تعريف الضغط :

- ضغط غاز هو شدة القوة $\vec{F}$ مقدرة بالنيوتن المطبقة على $1m^2$ من سطح الجسم الملامس لهذا الغاز ، يعبر عنه بالعلاقة التالية :

$$P = \frac{F}{S}$$

F : شدة القوة المطبقة من طرف الغاز على سطح ما ، تقدر بالنيوتن (N) .
S : مساحة السطح المضغوط من طرف الغاز ، يقدر بالمتر مربع (m^2) .
- وحدة الضغط في جملة الوحدات الدولية هي الباسكال ، يرمز لها بـ Pa .
- هناك وحدات أخرى لقياس الضغط نذكر منها :
- البار bar حيث : $1bar = 10^5 Pa$.
- الضغط الجوي atm حيث : $1atm = 1.013 . 10^5 Pa$.
- السنتيمتر زئبق cm Hg حيث : $1 atm = 76 cm Hg$.

• قياس الضغط :

- يقاس ضغط غاز بعدة أجهزة منها : البارومتر الذي يستعمل في الصناعات و المخابر على نوعيه التفاضلي و المطلق .
- مقياس الضغط التفاضلي هو مقياس يقيس الضغط بالنسبة للضغط الجوي فهو يشير إلى الصفر تحت الضغط الجوي و ما يقيسه هو الفرق بين ضغط الغاز و الضغط الجوي ، و كمثال على مقياس الضغط التفاضلي نذكر مقياس الضغط المستعمل في محلات تصليح العجلات (الشكل-1) .
- مقياس الضغط المطلق هو مقياس يقيس ضغط الغاز أو الغازات المغمور فيها هذا المقياس ، بما فيها هواء الجو ، فهو يشير إذن إلى مجموع قيمتي ضغط الهواء الجوي و ضغط الغازات الأخرى (الشكل-2) .

الشكل-1 :

الشكل-2 :

مثال :

أسطوانة من حديد حجمها $V = 30L$ قاعدتها ذات نصف قطر $R = 20 cm$ تحتوي على غاز تحت ضغط $P = 5bar$.
1- عرف ضغط غاز .

2- أوجد شدة القوة المطبقة من طرف الغاز على قاعدة الأسطوانة .

الجواب :

1- تعريف ضغط غاز :

هو النسبة بين القوة الضاغطة من طرف غاز على مساحة السطح الملامس له ، أو هو قيمة القوة الضاغطة من طرف غاز على $1\ m^2$ من السطح الملامس له .

2- شدة القوة المطبقة من طرف الغاز على قاعدة الاسطوانة :

$$P = \frac{F}{S} \rightarrow \quad F = P\,S$$

و حيث أن : $S = R^2\,\pi$ يصبح :

$$F = P\,R^2\pi$$

$$F = 5.10^5\,(0.2)^2\,.3.14 = 6.28.10^4\ N$$

• قياس درجة الحرارة :

- عندما نلمس غازا و نحس بأنه ساخنا لا يعني أن درجة حرارته مرتفعة و كذلك إذا أحسسنا به باردا ليس يعني هذا أن درجة حرارته منخفضة ، إذن حاسة اللمس غير كافية لتعيين الحالة الحرارية للغازات .

- تقاس درجة الحرارة بواسطة المحرار (الترمومتر) على نوعيه الإلكتروني (الشكل-1) و الزئبقي (الشكل-2) .

الشكل-2 :

الشكل-1 :

ملاحظة :

عند إجراء القياس يجب أخذ الوقت اللازم حتى يحدث التوازن بين المحرار و الجسم الذي نريد قياس درجة حرارته كما يجب الإشارة إلى أن المحرار يتميز بمجال لقياس درجة الحرارة .

• درجة الحرارة المطلقة :

نظرا لأنه لا يمكن لأي جسم أن تصل درجة حرارته في السلم المئوي إلى قيمة تكون أقل من (-273°C) ، وكذلك لا يكون في هذه الدرجة تأثير متبادل بين جزيئات غاز ، اختار **العالم كلفن** الصفر المطلق (0°K) في سلمه يقابل الدرجة (-273°C) في السلم المئوي . و منه تكون العلاقة بين درجة الحرارة المئوية (θ°C) ودرجة الحرارة المطلقة التي يرمز لها بـ T ووحدتها **الكلفن** (°K) كما يلي :

$$T°K = \theta°C + 273$$

مثال :

- درجة تجمد الماء : $T = 0 + 273 = 273°K$.
- درجة غليان الماء : $T = 100 + 273 = 373°K$.

• تعريف الغاز المثالي :

الغاز المثالي هو كل غاز تنطبق عليه قوانين : بويل ماريوط ، غي لوساك ، شارل مهما كانت درجة الحرارة و مهما كانت قيمة الضغط كما أنه يتميز بالخواص التالية :

- جزيئاته متماثلة و بعيدة عن بعضها ، و بالتالي فإن التأثيرات المتبادلة بينهما تكون معدومة باستثناء التصادم .
- لا يتميع الغاز المثالي إلا عند درجة الصفر المطلق ($T = 0°K$) ، حيث تصبح جزيئاته في هذه الدرجة عديمة الحركة ومعدومة الحجم و الضغط .

ملاحظة :

إن الغازات الحقيقية بعيدة الشبه عن الغاز المثالي ، و يمكن جعلها قريبة الشبه منه إذا أخذت عند ضغوط ضعيفة جدا أو عند درجات عالية ، بحيث تصبح بعيدة عن حالة تمييعها بعدا كبيرا مهما كان الضغط المسلط عليها .

• علاقة قانون الغاز المثالي :

$$P\,V = n\,R\,T$$

- تسمى هذه العلاقة بقانون الغاز المثالي ، حيث R الثابت العام للغازات المثالية و المقدر بـ 8.31 .
  - n كمية المادة وحدتها المول (mol) .
  - P الضغط وحدته الباسكال (Pa) .
  - V حجم الغاز و حدته المتر مكعب (m^3) .
  - T درجة الحرارة المطلقة وحدتها الكلفن (K) .
- هناك وحدات أخرى لقياس الضغط نذكر منها :
- البار bar حيث : $1bar = 10^5\ Pa$.
- الضغط الجوي atm حيث : $1atm = 1.013\ .\ 10^5\ Pa$.
- السنتيمتر زئبق cm Hg حيث : $1\ atm = 76\ cm\ Hg$.

• تطبيق قانون الغاز المثالي في تحديد الحجم المولي لغاز في شروط كيفية من الضغط و درجة الحرارة :

- حسب قانون الغاز المثالي :

$PV = nRT$

- حسب تعريف الحجم المولي V_M :

$n = 1\ mol \rightarrow V_g = V_M$

بالتعويض في قانون الغاز المثالي نجد $P\,V_M = 1\ .\ R\,T$ ومنه :

$$V_M = \frac{R\,T}{P}$$

و هي عبارة الحجم المولي V_M للغاز المثالي في شرطين كيفيين (P , V) .

مثال :

نقيس الحجم المولي لغاز في شروط يكون فيها الضغط $P = 2\ atm$ ، و درجة الحرارة $27°C$.

$$V_M = \frac{8.31(27 + 273)}{2\ .\ 1.013.10^5} = 1.23.10^{-2}\ m^3 = 12.3\,L$$

التمرين (3) : (التمرين : 002 في بنك التمارين على الموقع)

1- عرف الحجم المولي V_M لغاز .

2- بتطبيق قانون الغاز المثالي أثبت أن الحجم المولي في شرطين كيفين من الضغط P و درجة الحرارة θ يعبر عنه بالعلاقة :

$$V_M = \frac{R(\theta + 273)}{P}$$

حيث : R هو ثابت الغازات المثالية ، θ هي الدرجة الحرارة المئوية .

3- عينة من غاز تشغل الحجم $V = 6.15\ L$ في شروط يكون فيها الضغط مساوي $P = 2\ atm$ و درجة الحرارة $\theta = 27°C$.

أ- أحسب الحجم المولي في هذه الشروط .

ب- أوجد بطريقتين مختلفتين كمية مادة هذه العينة .

4- كتلة هذه العينة هي $m = 8\ g$. أوجد الكتلة المولية لهذه الغاز و عين صيغته الجزيئية المجملة من بين الصيغ الجزيئية التالية : O_2 ، CH_4 ، CO_2 .

يعطى : $M(O) = 16\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $1\ atm = 1.013 . 10^5\ Pa$.

الأجوبة :

1- تعريف الحجم المولي لغاز :

الحجم المولي V_M لغاز هو حجم مول من هذا الغاز .

2- إثبات أن الحجم المولي V_M يعبر عنه بالعلاقة : $V_M = \frac{R(\theta + 273)}{P}$:

- بتطبيق قانون الغاز المثالي لدينا :

$$PV = n.R.T$$

و حسب التعريف السابق للحجم المولي V_M يمكن كتابة :

$$P\,V_M = R\,T \rightarrow V_M = \frac{R\,T}{P}$$

$$V_M = \frac{R(\theta + 273)}{P}$$

3- أ- الحجم المولي للغاز :

مما سبق :

$$V_M = \frac{R(\theta + 273)}{P}$$

في الشروط التي يكون فيها : $\theta = 27°C$ ، $P = 2\ atm$ نجد :

$$V_M = \frac{8.31.(27 + 273)}{2 \times 1.013.10^5} = 1.23.10^{-2}\ m^3/mol = 12.3\ L/mol$$

ب- كمية مادة العينة :

الطريقة الأولى :

$$n = \frac{V_{gaz}}{V_M}$$

$$n = \frac{6.15}{12.3} = 0.50\,mol$$

الطريقة الثانية :
بتطبيق قانون الغاز المثالي :

$$PV = nRT \rightarrow n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{2\ .1.013.10^{5}\ .6.15.10^{-3}}{8.31(27+273)} = 0.50\,mol$$

4- الصيغة الجزيئية المجملة للغاز :

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow M = \frac{m}{n}$$

$$M = \frac{8}{0.5} = 16g/mol$$

الصيغة الجزيئية المجملة للغاز هي : CH_4 لأن :

$M(CH_4) = 4 + (4\ .\ 1\ ) = 16\ g/mol$

الكتلة الحجمية و الكثافة

• الكتلة الحجمية لنوع كيميائي (صلب ، سائل ، غاز) :

- الكتلة الحجمية التي يرمز لها بـ ρ لنوع كيميائي (صلب أو سائل أو غاز) ، هي حاصل قسمة كتلة عينة من هذا النوع الكيميائي على الحجم V لنفس العينة V ، و نكتب :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- تقدر الكتلة الحجمية عادة بالغرام على اللتر (g/L) و يمكن أيضا أن تقدر بـ (kg/m^3) .....
- إذا أخذنا كمية من غاز قدرها 1 mol ، تكون كتلتها $m = M$ (M : الكتلة المولية للغاز) ، و حجمها $V = V_M$ (V_M : الحجم المولي) و عليه يمكن كتابة عبارة الكتلة الحجمية لغاز كما يلي :

$$\rho_{gaz} = \frac{M_{(gaz)}}{V_M}$$

• كثافة جسم صلب أو سائل :

- تقاس الكثافة التي يرمز لها بـ d لنوع كيميائي X (صلب أو سائل) بالنسبة للماء ، و تساوي حاصل الكتلة الحجمية للنوع الكيميائي X على الكتلة الحجمية للماء H_2O ، و نكتب :

$$d = \frac{\rho_{(X)}}{\rho_{(H_2O)}}$$

- لا تقدر الكثافة بوحدة .

• كثافة نوع كيميائي غازي :

- تقاس كثافة نوع كيميائي غازي بالنسبة للهواء ، و تساوي حاصل الكتلة الحجمية للنوع الكيميائي X على الكتلة الحجمية للهواء التي تقدر بـ 1.29 g/L و نكتب :

$$d = \frac{\rho_{(gaz)}}{\rho_{(air)}}$$

- لدينا : $\rho_{gaz} = \frac{m_{gaz}}{V_{gaz}}$ ، $\rho_{air} = \frac{m_{air}}{V_{air}}$ و منه يمكن كتابة : $d = \frac{\frac{m_{gaz}}{V}}{\frac{m_{air}}{V}}$

و إذا أخذنا V = 22.4 L من الغاز و 22.4L من الهواء و كلاهما مقاسين في الشرطين النظاميين أين يكون الحجم المولي مساوي لـ $V_M = 22.4$ l/mol يكون :

$m(gaz) = M_{gaz}$

$m(air) = \rho_{air} . 22.4 \approx 29$ g

يصبح لدينا :

$$d = \frac{\frac{m_{gaz}}{V}}{\frac{m_{air}}{V}} = \frac{\frac{M_{gaz}}{22.4}}{\frac{29}{22.4}}$$

ومنه :

$$d = \frac{M_{gaz}}{29}$$

و هي عبارة كثافة غاز في الشرطين النظاميين .

ملاحظة مهمة :

نتعامل مع أبخرة الأنواع الكيميائية مثلما نتعامل مع الغازات تماما .

التمرين (4) : (التمرين : 003 في بنك التمارين على الموقع)

1- البروبان هو غاز صيغته الجزيئية C_3H_8 ، و حمض الخل هو سائل صيغته الجزيئية CH_3COOH .
أ- أحسب الكتلة المولية الجزيئية لغاز البروبان و كذا الكتلة المولية لحمض الخل .
ب- أحسب الكتلة الحجمية لغاز البروبان و بطريقتين مختلفتين أوجد كثافة غاز البروبان في الشرطين النظاميين .
جـ- أحسب الحجمية لحمض الخل .
2- تعرف أن الغازات في الهواء هناك منها من يصعد نحو الأعلى عند تركه حرا في الهواء و هناك من ينزل نحو الأسفل باتجاه الأرض :
أ- على ماذا يعتمد ذلك ؟
ب- أكمل الجدول التالي :

الغاز	H_2	O_2	CO_2	Cl_2
الكتلة المولية				
الكثافة : d_g				
الوضعية المذكورة يصعد / ينزل				

3- نوع كيميائي (A) صيغته الجزيئية من الشكل $C_nH_{2n}O_2$ و كثافة بخاره بالنسبة للهواء هي $d = 2.55$.
أ- أحسب الكتلة المولية للنوع الكيميائي A .
ب- عبر عن الكتلة المولية للنوع الكيميائي بدلالة n (n : عدد ذرات الكربون) .
جـ- استنتج قيمة n و اكتب الصيغة الجزيئية النهائية للنوع الكيميائي A .
يعطى : $M(C) = 12\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(O) = 16\ g/mol$
$d(CH_3COOH) = 1.05$ ، $\rho_{air} = 1.29\ g/L$ ، $\rho(H_2O) = 1000\ g/L$.

الأجوبة :

1-أ- الكتلة المولية الجزيئية لغاز البروبان و الكتلة المولية لحمض الخل :

- $M(C_3H_8) = 3M(C) + 8M(H)$
  $M(C_3H_8) = (3 . 12) + (8 . 1) = 44\ g/mol$
- $M(CH_3COOH) = M(C) + 3M(H) + M(C) + 2M(O) + M(H)$
  $M(CH_3COOH) = 12 + (3 . 1) + 12 + (2 . 16) + 1 = 60\ g/mol$

ب- الكتلة الحجمية لغاز البروبان :

$$\rho(C_3H_8) = \frac{M(C_3H_8)}{V_M} = \frac{44}{22.4} = 1.96\ g/L$$

- كثافة غاز البروبان :
الطريقة الأولى :
بما أن البروبان عبارة عن غاز يكون :

$$d = \frac{\rho(C_3H_8)}{\rho(air)} \rightarrow d = \frac{1.96}{1.29} = 1.52$$

الطريقة الثانية :

$$d = \frac{M(C_3H_8)}{29} \rightarrow d = \frac{44}{29} = 1.52$$

جـ- الكتلة الحجمية لحمض الخل :

بما أن حمض الخل عبارة عن سائل يكون :

$$d = \frac{\rho(CH_3COOH)}{\rho(H_2O)} \rightarrow \rho(CH_3COOH) = d \,.\, \rho(H_2O)$$

$$\rho(CH_3COOH) = 1.05 \,.\, 1000 = 1050\ g$$

2- أ - الغازات في الهواء هناك منها من يصعد نحو الأعلى عند تركه حرا في الهواء و هناك من ينزل نحو الأسفل باتجاه الأرض ، يعتمد ذلك على كثافة هذه الغازات بالنسبة للهواء ، فاذا كانت $d_g > 1$ (أو $\rho_{gaz} > \rho_{air}$) يقال عن الغاز في هذه الحالة أنه أثقل من الهواء و عندها ينزل نحو الأسفل ، بينما إذا كان $d_g < 1$ (أو $\rho_{gaz} < \rho_{air}$) يقال عن الغاز في هذه الحالة أنه أخف من الهواء و عندها يصعد نحو الأعلى .

ب- إكمال الجدول :

نعتمد في حساب d_g على العلاقة : $d_g = \frac{M}{29}$.

الغاز	H_2	O_2	CO_2	Cl_2
الكتلة المولية	2	32	44	71
الكثافة : d_g	0.069	1.10	1.51	2.45
الوضعية المذكورة يصعد / ينزل	يصعد	ينزل	ينزل	ينزل

3-أ- أحسب الكتلة المولية للنوع الكيميائي A :

$$d = \frac{M(A)}{29} \rightarrow M(A) = d \,.\, 29 \ \rightarrow\ M(A) = 2.55 \,.\, 29 \approx 74\ g/mol$$

ب- عبارة الكتلة المولية للنوع الكيميائي بدلالة n :

$$M(A) = M(C_nH_{2n}O_2) = n\,M(C) + 2n\,M(H) + 2\,M(O)$$
$$M(A) = (n \,.\, 12) + (2n \,.\, 1) + (2 \,.\, 16)$$
$$M(A) = 12n + 2n + 32 \ \rightarrow\ M(A) = 14\,n + 32$$

جـ- قيمة n و الصيغة الجزيئية النهائية للنوع الكيميائي A :

مما سبق :

$$M(A) = 74\ g/mol$$
$$M(A) = 14\,n + 32$$

بالمطابقة :

$$14\,n + 32 = 74 \ \rightarrow\ n = \frac{74 - 32}{14} = 3$$

و منه فالصيغة النهائية للنوع الكيميائي (A) هي $C_3H_6O_2$.

من المجهري إلى العياني

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

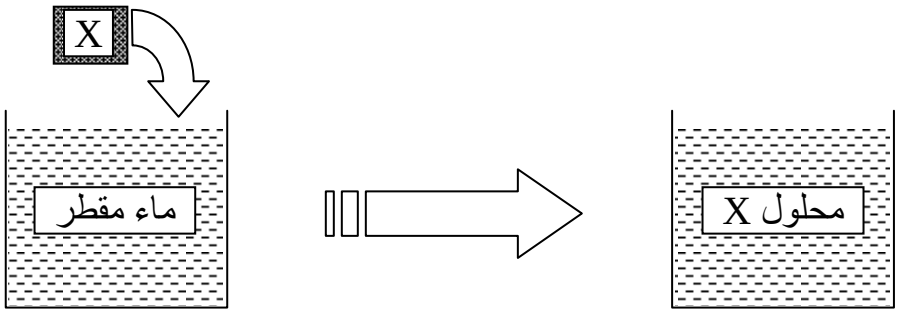
المحتوى المفاهيمي : 02

المحاليل المائية المشبعة و تراكيزها

التراكيز المولية و الكتلية

• المحلول المائي و تركيزه المولي :

- نحصل على محلول كيميائي لنوع كيميائي X بحل (إذابة) كمية من هذا النوع الكيميائي في حجم معين من الماء المقطر (مذيب).



- نعتبر أن حجم المحلول الناتج مساوي لحجم المذيب (يهمل الزيادة في الحجم بفعل الانحلال) .
- يتميز المحلول المائي المتحصل عليه بمقدار فيزيائي يدعى **التركيز المولي** ، يرمز له بـ **C** و وحدته المول على اللتر (**mol/L**) ، و يعبر عنه بالعلاقة :

$$C = \frac{n_X}{V}$$

حيث : n_X كمية مادة النوع الكيميائي X المنحلة و V هو حجم المذيب (الماء المقطر) .

• التركيز الكتلي لمحلول مائي :

التركيز الكتلي الذي يرمز له بـ C_m ووحدته غرام على اللتر (g /L) لمحلول مائي لنوع الكيميائي X هو حاصل قسمة كتلة النوع الكيميائي X المنحل على حجم المحلول (حجم المذيب) أي :

$$C_m = \frac{m_X}{V}$$

• العلاقة بين التركيز المولي C و التركيز الكتلي C_m :

لدينا : $C_m = \frac{m_X}{V}$ و لدينا أيضا :

$$n_X = \frac{m_X}{M} \rightarrow m_X = M.m_X$$

ومنه تصبح عبارة C_m كما يلي :

$$C_m = \frac{M.n_X}{V} = M\frac{n_X}{V}$$

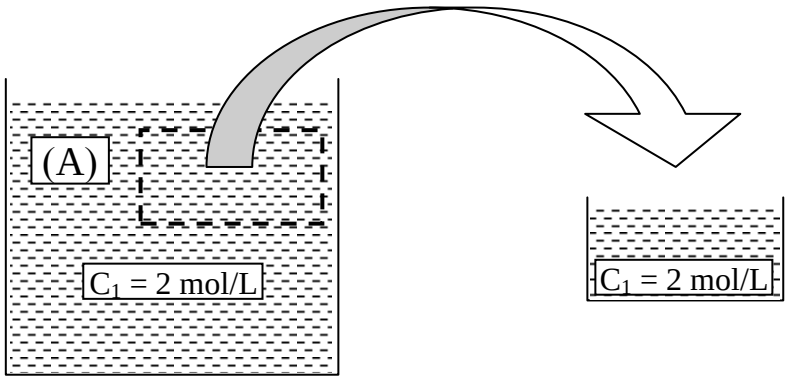
وحيث أن : $C = \frac{n_X}{V}$ يمكن كتابة العلاقة التالية :

$$C_m = M.C \leftrightarrow C = \frac{C_m}{M}$$

ملاحظة مهمة :

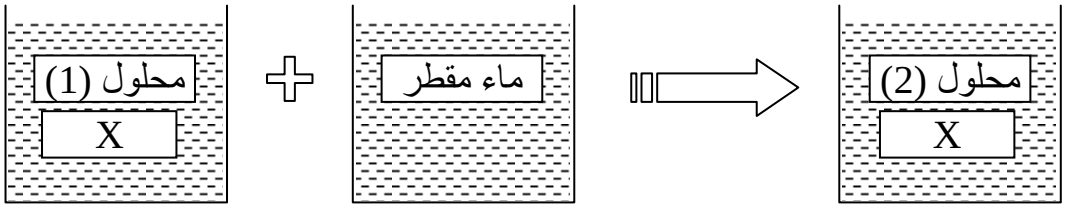
عندما نأخذ عينة من محلول (A) تركيزه المولي C_1 يكون التركيز المولي للعينة هو نفسه التركيز المولي للمحلول (A) الذي أخذت منه العينة أي C_1 .

مثال :



● تمديده أو تخفيف محلول :

- تمديد محلول تركيزه المولي C_1 (أو تخفيفه) هو إضافة الماء المقطر إليه للحصول على محلول جديد تركيزه المولي C_2 يكون أقل من تركيز المحلول الأصلي ، أي $C_2 < C_1$.



$n_1(X)$ C_1 V_1 — V_0 — $n_2(X)$ $C_2 < C_1$ $V_2 = V_1 + V_0$

- بعد تمديد محلول لا يحدث تغير في كمية مادة النوع الكيميائي المنحل في المحلول الأصلي ، بمعنى إذا كان كمية مادة النوع الكيميائي في المحلول الأصلي هي n_1 ، و كانت كمية مادة نفس النوع الكيميائي في المحلول الممدد هي n_2 يكون :

$$n_1 = n_2 \rightarrow C_1V_1 = C_2V_2$$

- تسمى هذه العلاقة بقانون التمديد .

● معامل التمديد f :

- تمديد محلول f مرة (f معامل التمديد) يعني إضافة الماء المقطر إليه حتى يصبح حجمه مساوي f ضعف من الحجم الابتدائي ، بمعنى ، إذا كان V_1 هو حجم المحلول الابتدائي و V_2 هو حجم المحلول الممدد يكون :

$$V_2 = f\,V_1$$

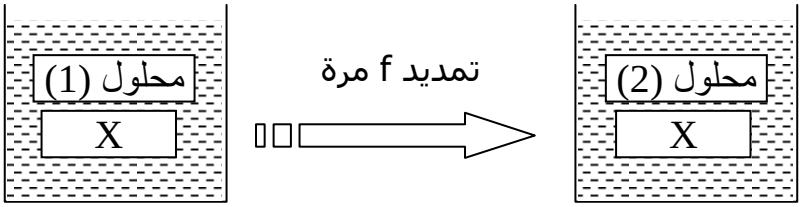
- بتطبيق قانون التمديد السابق يمكن كتابة :

$C_1V_1 = C_2V_2$
$C_1V_1 = C_2(fV_1)$

إذن :

$$C_2 = \frac{C_1}{f}$$

- يمكن تلخيص ما قلناه في الشكل التالي :



$n_1(X)$ V_1 C_1 — $n_2(X)$ $V_2 = fV_1$ $C_2 = \frac{C_1}{f}$

- يمكن كتابة عبارة معامل التمديد كما يلي :

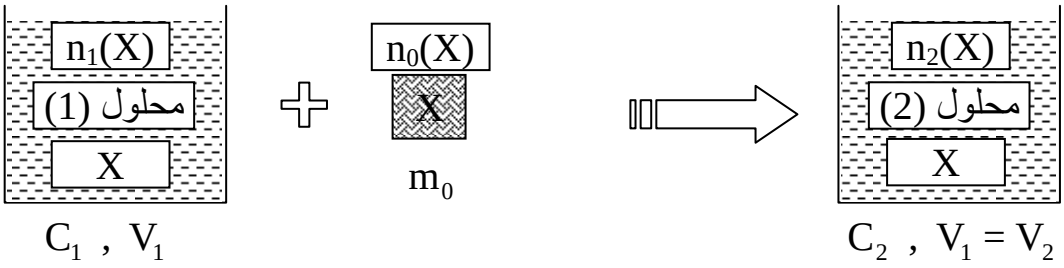
$$f = \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$$

مثال :

لدينا محلول (A) تركيزه المولي $C_1 = 2\ mol/L$ ، عندما نأخذ عينة منه و نمددها 100 مرة نحصل على محلول جديد تركيزه المولي C_2 :

$$C_2 = \frac{C_1}{100} = \frac{2}{100} = 0.02\ mol/L$$

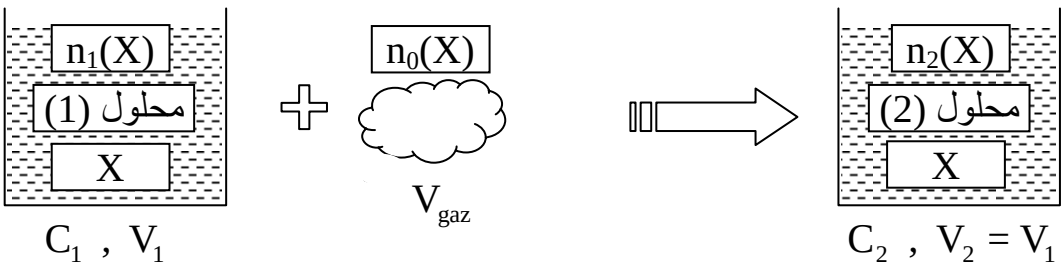
• إضافة نوع كيميائي X صلب إلى محلول لنفس النوع الكيميائي X :



كمية مادة X في المحلول الجديد مساوية كمية مادة X في المحلول الابتدائي مضاف لها كمية مادة X في المادة الصلبة المضافة :

$$n_1(X) + m_0(X) = n_2(X) \rightarrow C_1V_1 + \frac{m_0}{M} = C_2V_2$$

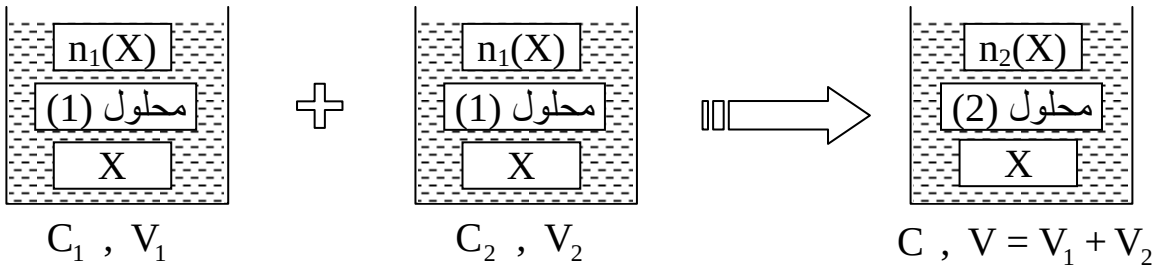
• إضافة نوع كيميائي X غازي إلى محلول لنفس النوع الكيميائي X :



كمية مادة X في المحلول الجديد مساوية كمية مادة X في المحلول الابتدائي مضاف لها كمية مادة X في المادة الغازية المضافة :

$$n_1(X) + m_0(X) = n_2(X) \rightarrow C_1V_1 + \frac{V_{gaz}}{V_M} = C_2V_2$$

• إضافة محلول لنوع كيميائي X إلى محلول لنفس النوع الكيميائي X :



كمية مادة X في المحلول الجديد مساوية كمية مادة X في المحلول الابتدائي مضاف لها كمية مادة X في المحلول المضاف :

$$n_1(X) + m_1(X) = n_1(X) \rightarrow C_1V_1 + C_2V_2 = CV$$

التمرين (1) : (التمرين : 005 في بنك التمارين على الموقع)

لتحضير محلول (B) لهيدروكسيد الصوديوم NaOH قمنا بحل 4 g من هيدروكسيد الصوديوم النقي في 200 mL من الماء المقطر .

1- أوجد التركيز المولي للمحلول (B) .

2- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز الكتلي للمحلول (B) .

3- ما هي كمية مادة NaOH المنحلة في 50 mL من المحلول (B) .

4- نأخذ 10 mL من المحلول (B) و نضيف لها 90 mL من الماء المقطر .

أ- كيف تسمى هذه العملية .

ب- ما هو حجم المحلول الجديد ، استنتج معامل التمديد f .

جـ- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز المولي للمحلول الجديد .

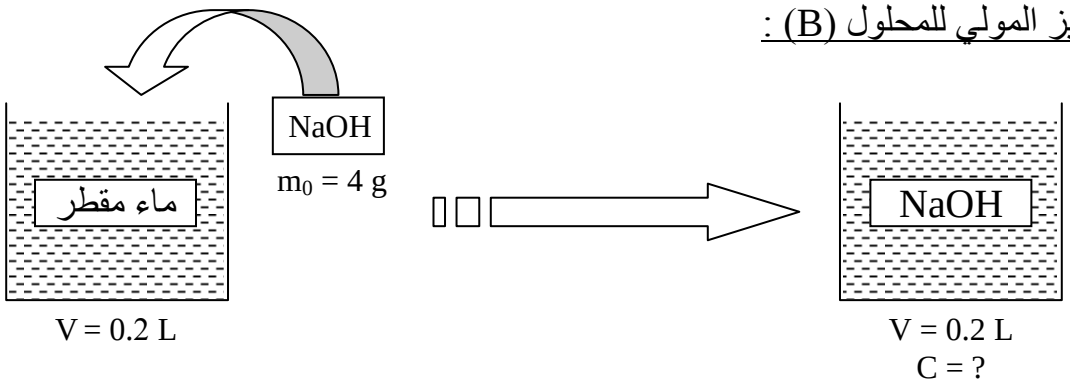
5- نأخذ 10 mL أخرى من المحلول (B) و نضيف لها 0.4 g من هيدروكيد الصوديوم NaOH . أوجد التركيز المولي للمحلول الجديد .

يعطى :

$$M(Na) = 23\ g/mol \ , \ M(O) = 16\ g/mol \ , \ M(H) = 1\ g/mol$$

الأجوبة :

1- أوجد التركيز المولي للمحلول (B) :



$$C = \frac{n_0(NaOH)}{V} = \frac{\frac{m_0(NaOH)}{M}}{V} = \frac{m_0(NaOH)}{M.V}$$

• M(NaOH) = 23 + 26 + 1 = 40 g/mol

• $C = \frac{4}{40 . 0.2} = 0.5 \text{ mol/L}$

2- التركيز الكتلي للمحلول (B) :

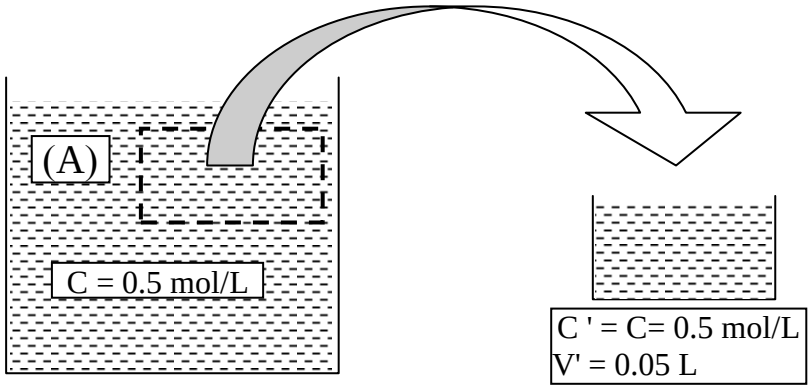
الطريقة الأولى :

$$C_m = \frac{m_0}{V} \rightarrow C_m = \frac{4}{0.2} = 20 \text{ g/L}$$

الطريقة الثانية :

$$C_m = M.C = 40 . 0.5 = 20 \text{ g/L}$$

3- كمية مادة NaOH المنحلة في 50 mL من المحلول (B) :



$n'(NaOH) = C'.V' = 0.5 . 0.05 = 2.5 . 10^{-2}$ mol

4- أ- تسمى هذه العملية بالتمديد .

ب- حجم المحلول الجديد :

باعتبار V_1 ، V_2 هو حجم المحلول قبل التمديد و بعده على الترتيب ، V_0 حجم الماء المقطر المضاف يكون:

$V_0 = V_1 + V_0 = 0.01 + 0.09 = 0.1$ L

معامل التمديد :

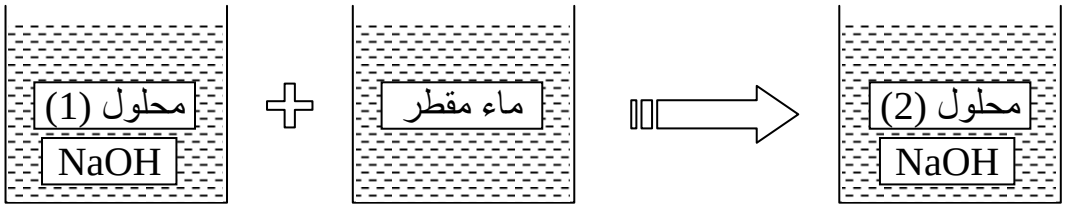
عندما نمدد المحلول f مرة يكون حجمه الجديد (f ضعف) الحجم المحلول الابتدائي أي :

$$V_2 = f\, V_1 \rightarrow f = \frac{V_2}{V_1}$$

$$f = \frac{0.1}{0.01} = 10$$

جـ- تركيز المحلول الجديد :

الطريقة الأولى :



$n_1(NaOH)$
$C_1 = 0.5$ mol/L
$V_1 = 0.01$ L

V_0

$n_2(NaOH)$
$C_2 = ?$ mol/L
$V_2 = V_1 + V_0$

- أثناء التمديد لا تتغير كمية المادة لذا يكون :

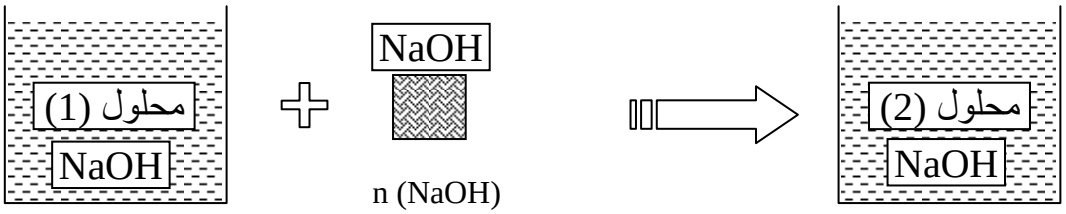
$$n_2(NaOH) = n_1(NaOH)$$
$$C_1V_1 = C_2V_2$$
$$C_1V_1 = C_2(V_1 + V_0) \rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{(V_1 + V_0)}$$
$$C_2 = \frac{0.5 \,.\, 0.01}{0.01 + 0.09} = 0.05\,\text{mol/L}$$

الطريقة الثانية :

عند نمدد المحلول 10 مرات يكون مباشرة :

$$C_2 = \frac{C_1}{10} = \frac{0.5}{10} = 0.05\,\text{mol/L}$$

5- تركيز المحلول الجديد :



$n_1(NaOH)$
$C_1 = 0.5$ mol/L
$V_1 = 0.01$ L

n (NaOH)
m = 0.4 g

n_2 (NaOH)
C = ?
$V_2 = V_1$

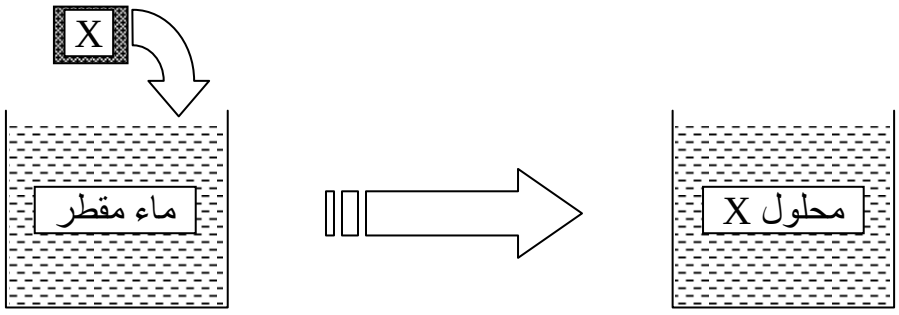
في هذه الحالة تكون كمية مادة NaOH في المحلول الجديد (B) مساوية لكمية مادة NaOH الموجودة في المحلول الابتدائي (A) مضاف إليها كمية مادة NH_3 الموجود في الكتلة المضافة أي :

$$n_2(NaOH) = n_1(NaOH) + n(NaOH)$$
$$C_2\,V_2 = C_1\,V_1 + \frac{m(NaOH)}{M} \rightarrow C_2 = \frac{C_1\,V_1 + \frac{m(NaOH)}{M}}{V_1} \qquad (V_2 = V_1)$$
$$C = \frac{(0.5 \;.\; 0.01) + \frac{0.4}{40}}{0.01} = 1.5\,\text{mol/L}$$

المحاليل غير النقية و التجارية

● النسبة الكتلة لمحلول :

- عندما نحصل على محلول مائي (S) بحل نوع كيميائي X صلبا كان أو غازا أو سائل ، فإن هذا المحلول بالإضافة إلى أنه يمتاز بتركيز مولي و كتلي فهو يمتاز أيضا بمقدار يدعى **النسبة الكتلية P** ، تمثل كتلة النوع الكيميائي X المنحلة في 100 g من المحلول (S) .



- من تعريف النسبة الكتلية يمكن كتابة :

$$\begin{cases} 100\ g\ (S_0) \rightarrow P\%\ g\ (NaOH) \\ m(S_0)\ g \rightarrow m(NaOH)\ g \end{cases}$$

ومنه :

$$\boxed{P = \frac{m(NaOH)}{m(S_0)}.100}$$

- إذا كانت $\rho(S_0)$ هي الكتلة الحجمية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم نكتب :

$$\rho(S_0) = \frac{m(S_0)}{V_S} \rightarrow m(S_0) = \rho(S_0).V_S$$

- إذا كان C_m هو التركيز الكتلي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم نكتب :

$$C_m = \frac{m(NaOH)}{V_S} \rightarrow m(NaOH) = C_m.V_S$$

و منه تصبح عبارة P كما يلي :

$$P = \frac{C_m.V_S}{\rho.V_S}.100$$

$$\boxed{P = \frac{100.C_m}{\rho}}$$

لدينا :

- $C_m = M.C_0$

- $d = \frac{\rho(S_0)}{\rho(H_2O)} \rightarrow \rho = d \,.\, \rho(H_2O) = d \,.1000 \quad \rightarrow \quad \rho = 1000d$

إذن :

$$P = \frac{100.M.C_0}{1000.d}$$

و منه :

$$\boxed{P = \frac{M.C_0}{10.d}}$$

مثال :

عينة مخبرية S_0 لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي C_0 تحمل المعلومات التالية :

$P = 20\ \%$ ، $d = 1.3$ ، $M = 40\ g/mol$, $\rho(H_2O) = 1000g/L$

حيث :

- M هي كتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم .
- d كثافة المحلول .
- P هي النسبة الكتلية للمحلول ، تمثل كتلة هيدروكسيد الصوديوم المنحلة في $100g$ من محلول العينة المخبرية .

المطلوب :

حساب قيمة C_0 .

الجواب :

- قيمة C_0 :

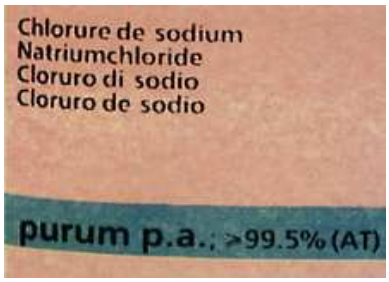
من العلاقة السابقة لدينا :

$$C_0 = \frac{10.d.P}{M}$$

$$C_0 = \frac{10.\ 1.3\,.\,20}{40} = 6.5\ mol/L$$

● تحضير محلول انطلاقا من مادة صلبة :

المواد الكيميائية الموجودة في المخابر ليست نقية تماما لذا قبل استعمالها يجب الإطلاع على درجة نقاوتها التي تسجل عادة على العلبة التي تحتويها كما مبين في البطاقة التالية :



- تعرف درجة النقاوة التي يعبر عنها بنسبة مئوية $P\%$ على أنها النسبة بين كتلة المادة النقية m و كتلة المادة غير النقية m' ، كما يعبر عنها بالعلاقة :

$$P\% = \frac{m}{m'}.100$$

- عندما نريد تحضير محلولا تركيزه المولي C و حجمه V من مذاب A كتلته المولية M و درجة نقاوته P% ، فإننا نحدد الكتلة 'm من المادة غير النقية التي يجب أخذها من العلبة الكيميائية كما في المثال التالي :

▪ لتكن المادة الصلبة NaCl درجة نقاوتها P% .

▪ لدينا من جهة :

$$P\% = \frac{m}{m'}.100 \quad \rightarrow \quad m' = \frac{100.m}{P\%}$$

من جهة أخرى لدينا :

$$C = \frac{n_0(NaCl)}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{M.V} \quad \rightarrow \quad m = C.M.V.$$

بالتعويض يصبح لدينا :

$$m' = \frac{100.C.M.V}{P\%}$$

● تحضير محلول انطلاقا من مادة سائلة :

- إذا كانت المادة سائلة مثل حمض الكبريت H_2SO_4 فإننا نتعامل معها بالحجم بدل الكتلة .

- لتحضير محلول مائي تركيزه المولي C و حجمه V من مذاب سائل و ليكن حمض الكبريت H_2SO_4 ذو الكتلة المولية M و درجة نقاوته P% ، فإننا نحدد الحجم V_ℓ من حمض الكبريت غير النقي اللازم أخذه ذو الكتلة الحجمية ρ و الكثافة d .

▪ لدينا :

$$\rho = \frac{m'}{V_\ell} \quad \rightarrow \quad m' = \rho.V_\ell$$

بالتعويض في العلاقة $m' = \frac{100.C.M.V}{P\%}$ التي تحصلنا عليها سابقا نجد :

$$\rho_\ell.V_\ell = \frac{100.C.M.V}{P\%}$$

و منه يصبح :

$$V_\ell = \frac{100.C.M.V}{\rho_\ell . P\%}$$

- لدينا عبارة كثافة سائل (بالنسبة للماء حيث $\rho(H_2O) = 1000\ g/L$) :

$$d = \frac{\rho_\ell}{\rho(H_2O)} = \frac{\rho_\ell}{1000\,(g/L)} \quad \rightarrow \quad \rho_\ell = 1000.d$$

بالتعويض في العلاقة السابقة نجد :

$$V_\ell = \frac{100.C.M.V}{1000.d.P\%}$$

و منه يصبح :

$$\boxed{V_\ell = \frac{C.M.V}{10.d.P\%}}$$