سلاسل المنجد - دروس و تمارين

السلسلة 1-05-1

علوم فيزيائية

من المجهري إلى العياني

عرض نظري و تمارين

يمكن تحميل نسخة من هذا الملف من الموقع :
www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل – تمارين – فيديوهات .....)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في الموقع الإلكتروني

لكي يصلك جديد الموقع تابع صفحة الفايسبوك التالية :
الأستاذ فرقاني فارس أستاذ العلوم الفيزيائية Fergani Fares

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr

الإصدار : مارس/2022

العلوم الفيزيائية

من المجهري إلى العياني

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

****

السلسلة 1-07- 01

عرض نظري و تمارين

1- المقادير المولية و كمية المادة

• مفهوم المول و عدد أفوقادرو :

- 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 .
- يعتبر المول (mol) وحدة كمية المادة (n) .

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 :

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 تحسب كما يلي :

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

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

- الكتل المولية الذرية لبعض العناصر الكيميائية :

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

● 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 :

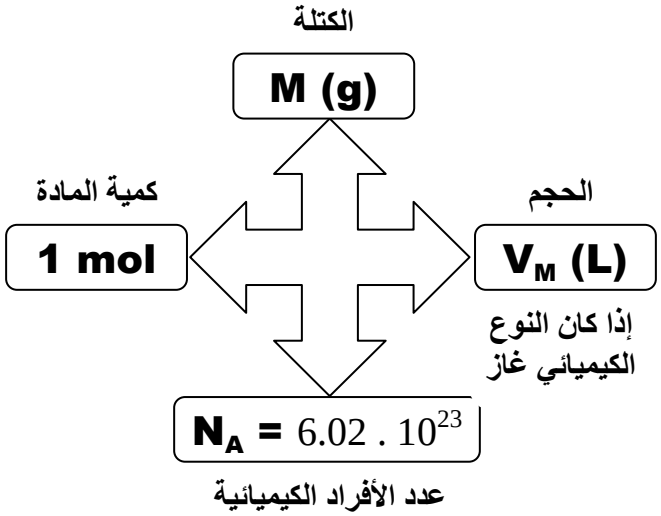
- $M(H_2O) = 2\,M(H) + M(O)$
  $M(H_2O) = (2 \cdot 1) + (16) = 18\ g/mol$
- $M(CO_2) = M(C) + 2\,M(O)$
  $M(CO_2) = (12) + (2 \cdot 16) = 44\ g/mol$

● الحجم المولي لغاز :

- الحجم المولي لغاز هو حجم 1mol من هذا الغاز شرطين معينين من الضغط و درجة الحرارة ، 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 قيمة الكتلة المولية M ، و عليه لحساب كمية المادة n (عدد المولات) الموجودة في كتلة معية m من نفس النوع الكيميائي نستعمل القاعدة الثلاثية كما يلي :

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

و منه يكون :

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

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

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 n الموجودة في عدد معين N من الأفراد الكيميائية لنفس النوع الكيميائي ، نستعمل القاعدة الثلاثية كما يلي :

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

و منه يكون :

$$\boxed{n_X = \frac{N}{N_A}}$$

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

نعلم أن مولا واحدا لأي عينة من نوع كيميائي غازي X حجمها هو قيمة V_M ، و عليه لحساب كمية المادة n 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 :

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

- 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 :

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

ملاحظة :

يمكن دمج العلاقات السابقة في علاقة واحد كما يلي :

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

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

الجزء الأول

النشادر هو غاز صيغته الجزيئية المجملة NH_3 ، أحسب :

1- كتلته المولية الجزيئية .

2- كمية المادة الموجودة في 0.68 g من النشادر .

3- كمية المادة الموجودة في 15.68 L من غاز النشادر في الشرطين النظاميين .

4- كمية المادة في $3,01 \cdot 10^{22}$ جزيء من النشادر .

5- أحسب كتلة 8.96 L من غاز النشادر في الشرطين النظاميين .

الجزء الثاني :

حمض الخل هو سائل صيغته الجزيئية المجملة $C_2H_4O_2$ ، أجسب :

1- الكتلة المولية لحمض الخل .

2- كمية المادة في 200 mL من حمض الخل .

3- 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				$1.806 \cdot 10^{23}$	/////////
CH_4	غاز					8.96
H_2O	سائل					$9 \cdot 10^{-3}$
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 :

$M(NH_3) = M(N) + 3M(H)$

$M(NH_3) = 14 + (3 \cdot 1) = 17\ g/mol$

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 :

$$n(NH_3) = \frac{V(NH_3)}{V_M} \rightarrow n(NH_3) = \frac{15.68}{22.4} = 0.7\ mol$$

4- كمية المادة في $3,01 . 10^{22}$ جزيء من النشادر :

$$n(NH_3) = \frac{N}{N_A} \rightarrow n(NH_3) = \frac{3,01.10^{22}}{6,02.10^{23}} = 0,05\ mol$$

5- كتلة 8.96 L من NH_3 في الشرطين النظاميين :

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

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

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 :

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

$$N = \frac{6.02\ .\ 10^{23}\ .\ 1050\ .\ 10^{-3}}{60} = 1.05.10^{22}$$

الجزء الثالث :

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 : $M(O) = 16\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$.

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 عند نفس درجة الحرارة و الضغط ، 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) :

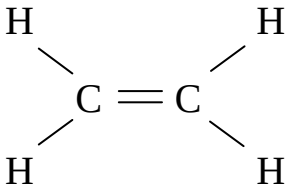
$C_nH_{2n} \rightarrow M = 12n + 2n = 14n$

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 :



2- 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 تتوزع 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 :

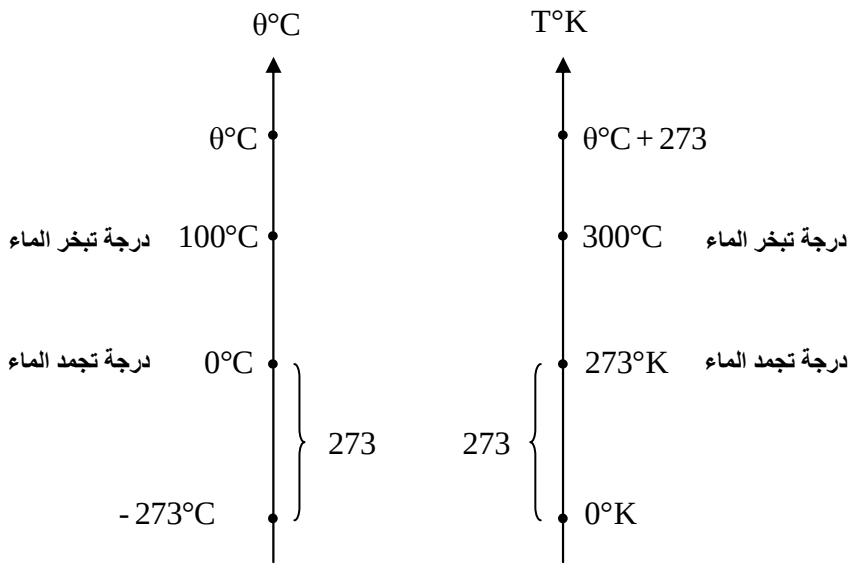
$$P = \frac{F}{S} \rightarrow \quad F = P\,S$$

و حيث أن : $S = R^2\,\pi$ يصبح :

$$F = P\,R^2\pi \rightarrow F = 5.10^5\,(0,2)^2\,.\,3,14 = 6,28.10^4\ N$$

• 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 يمكن توضيح العلاقة بين درجتي الحرارة المئوية θ و المطلقة T كما يلي :



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 غاز 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 .

• قانون الغاز المثالي :

هو قانون يربط بين المقادير الفيزيائية المميزة للغاز المثالي عبارته كما يلي :

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

- 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) .

• 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 $(P\ ,\ V)$.

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 : $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(O) = 16\ g/mol$ ، $M(C) = 12\ g/mol$.

$R = 8,31\ IS$ ، $1\ atm = 1.013\ .\ 10^5\ Pa$.

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 :

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

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 :

$$n = \frac{V_{gaz}}{V_M} \rightarrow n = \frac{6.15}{12.3} = 0.50\ mol$$

الطريقة الثانية :

بتطبيق قانون الغاز المثالي :

$$PV = nRT \rightarrow n = \frac{PV}{RT} \quad \rightarrow n = \frac{2\ .1.013.10^5\ .6.15.10^{-3}}{8.31(27 + 273)} = 0.50\ mol$$

4- الصيغة الجزيئية المجملة للغاز :

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

الصيغة الجزيئية المجملة للغاز هي : CH_4 لأن :

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

3- 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

ومنه تصبح عبارة الكثافة كما يلي :

$$d = \frac{\frac{M_{gaz}}{22.4}}{\frac{29}{22.4}}$$

إذن :

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

و هي عبارة كثافة غاز في الشرطين النظاميين .

ملاحظة مهمة :

نتعامل مع أبخرة الأنواع الكيميائية مثلما نتعامل مع الغازات تماما .

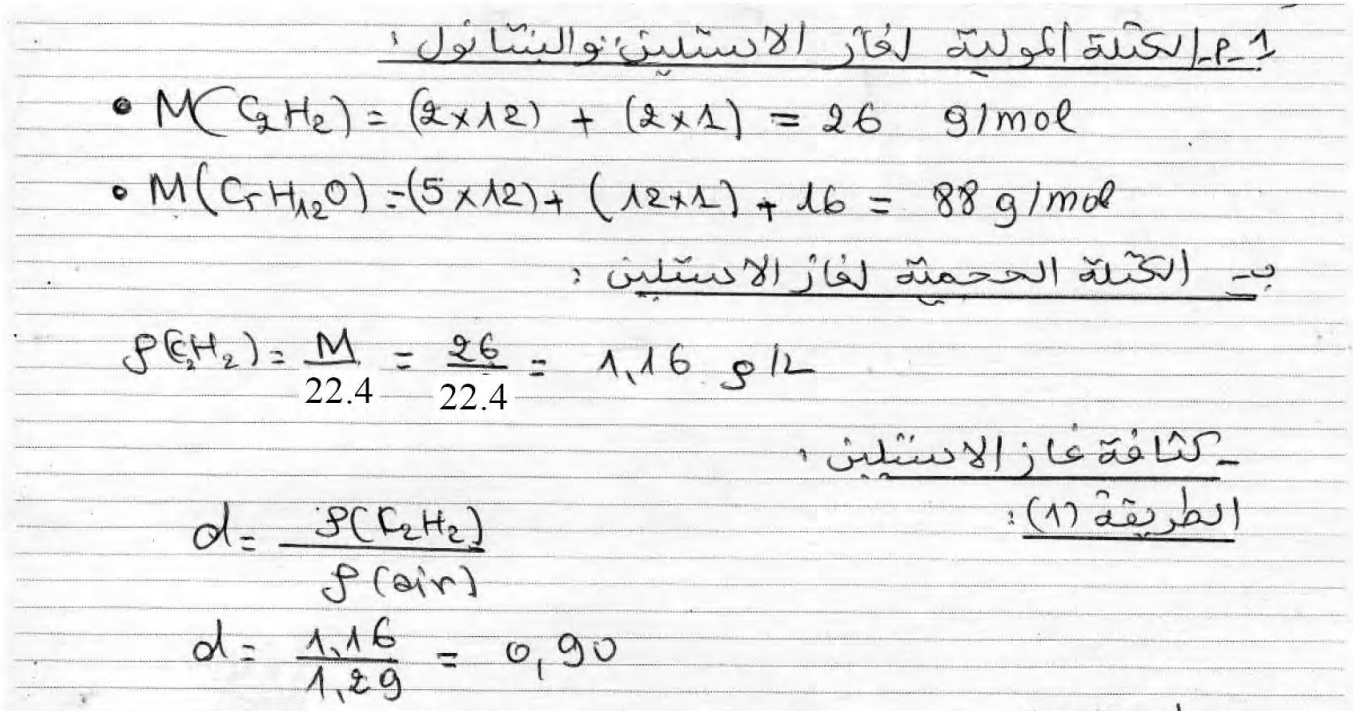
التمرين (4) : (التمرين : 014 في بنك التمارين على الموقع) (*)

1- الأستلين هو غاز صيغته الجزيئية C_2H_2 ، و البنتانول هو كحول سائل صيغته الجزيئية $C_5H_{12}O$ ، أوجد ما يلي :
أ- الكتلة المولية الجزيئية لغاز الأستلين C_2H_2 و كذا الكتلة المولية لكحول البنتانول $C_5H_{12}O$.
ب- الكتلة الحجمية لغاز الأستلين C_2H_2 و بطريقتين مختلفتين أوجد كثافته في الشرطين النظاميين .
جـ- الكتلة الحجمية لكحول البنتانول $C_5H_{12}O$.
2- نوع كيميائي (A) صيغته الجزئية من الشكل $C_nH_{2n}O_2$ كثافة بخاره بالنسبة للهواء $d = 2.07$.
أ- أكتب صيغته الجزيئية المجملة .
ب- أكتب صيغتين جزيئيتين مفصلتين لهذا النوع الكيميائي .
3- 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	HCl
الكتلة المولية				
الكثافة : d_g				
الوضعية المذكورة يصعد / ينزل				

يعطى : $M(C) = 12\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(O) = 16\ g/mol$ ، $M(Cl) = 35,5\ g/mol$
$d(C_5H_{10}O) = 0.18$ ، $\rho_{air} = 1.29\ g/L$ ، $\rho(H_2O) = 1000\ g/L$.

الأجوبة :



الطريقة (2)

$$d = \frac{M}{29}$$

$$d = \frac{26}{29} = 0,90$$

حـ- الكتلة الحجمية للبنتانول :

$$d = \frac{\rho(C_5H_{12}O)}{\rho(H_2O)} \rightarrow \rho(C_5H_{12}O) = d \cdot \rho(H_2O)$$

$$\rho(C_5H_{12}O) = 0,18 \times 1000 = 1800\ g/L$$

2- الصيغة الجزيئية المجملة :

من جهة لدينا :

$$M = d \cdot 29 = 2,07 \times 29 = 60\ g/mol$$

ومن جهة أخرى :

$$M = M(C_nH_{2n}O_2) = 12n + 2n + (2 \times 16) = 14n + 32$$

أي :

$$14n + 32 = 60 \rightarrow n = \frac{60 - 32}{14} = 2$$

ومنه الصيغة الجزيئية المجملة للمركب (A) هي $C_2H_4O_2$

3- 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 :

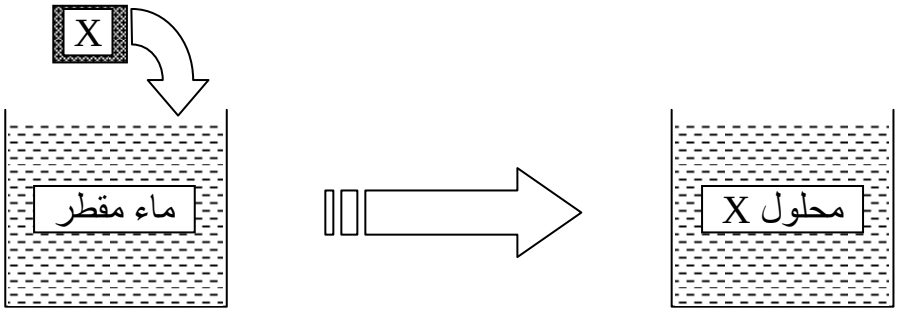
نعتمد في حساب d_g على العلاقة : $d_g = \frac{M}{29}$.

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

4- التراكيز المولية و الكتلية

• المحلول المائي و تركيزه المولي :

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



- 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 كيميائي 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 :

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

ومنه تصبح عبارة C_m كما يلي :

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

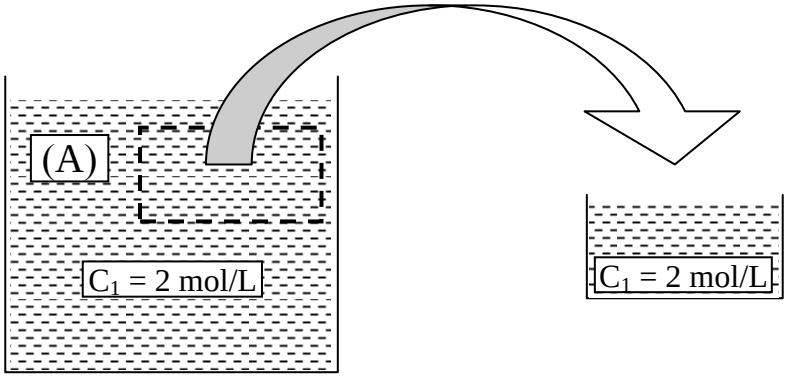
وحيث أن : $C = \frac{n_X}{V}$ يمكن كتابة العلاقة التالية :

$$C_m = M.C$$

ملاحظة مهمة :

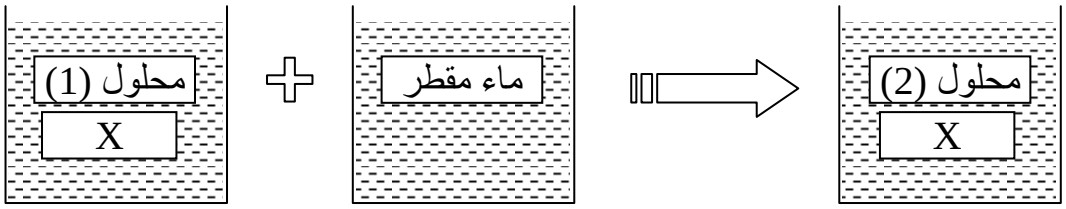
عندما نأخذ عينة من محلول (A) تركيزه المولي C_1 يكون التركيز المولي للعينة هو نفسه التركيز المولي للمحلول (A) الذي أخذت منه العينة أي C_1 .

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 :

$$V_2 = f\ V_1$$

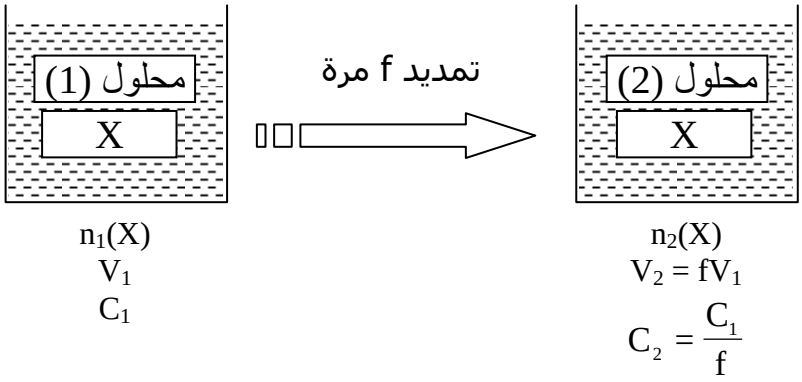
- بتطبيق قانون التمديد السابق يمكن كتابة :

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

إذن :

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

- يمكن تلخيص ما قلناه في الشكل التالي :



- 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 :

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

التمرين (6) : (التمرين : 005 في بنك التمارين على الموقع) (*)

لتحضير محلول (B) لهيدروكسيد الصوديوم NaOH قمنا بحل $m_0 = 4\ g$ من هيدروكسيد الصوديوم النقي في حجم $V = 200\ mL$ من الماء المقطر .

1- أوجد التركيز المولي C_0 للمحلول (B) .

2- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز الكتلي C_{m0} للمحلول (B) .

3- ما هي كمية مادة NaOH المنحلة في عينة من المحلول (B) حجمها $V' = 50\ mL$.

4- بواسطة ماصة مدرجة نسحب حجم $V_1 = 10\ mL$ من المحلول (B) و نضعها في كأس بيشر ثم نضيف لها حجم $V_0 = 90\ mL$ من الماء المقطر .

أ- كيف تسمى هذه العملية .

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

جـ- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز المولي C_2 للمحلول الجديد .

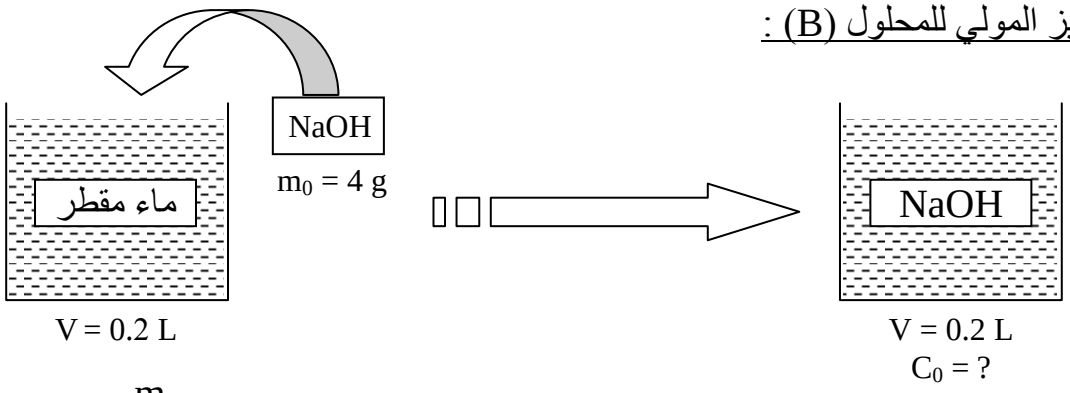
5- بواسطة ماصة مدرجة نسحب من المحلول (B) عينة أخرى حجمها $V_1 = 10\ mL$ و نضعها في كأس بيشر ثم نضيف لها قطعة صغيرة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH كتلتها $m_s = 0.4\ g$ ، أوجد التركيز المولي C_2 للمحلول الجديد .

يعطى :

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

الأجوبة :

1- أوجد التركيز المولي للمحلول (B) :



$$C_0 = \frac{n_0(NaOH)}{V} = \frac{\frac{m_0}{M}}{V} = \frac{m_0)}{M.V}$$

• M(NaOH) = 23 + 26 + 1 = 40 g/mol

• $C_0 = \frac{4}{40 \,.\, 0.2} = 0.5\,\text{mol/L}$

2- التركيز الكتلي للمحلول (B) :

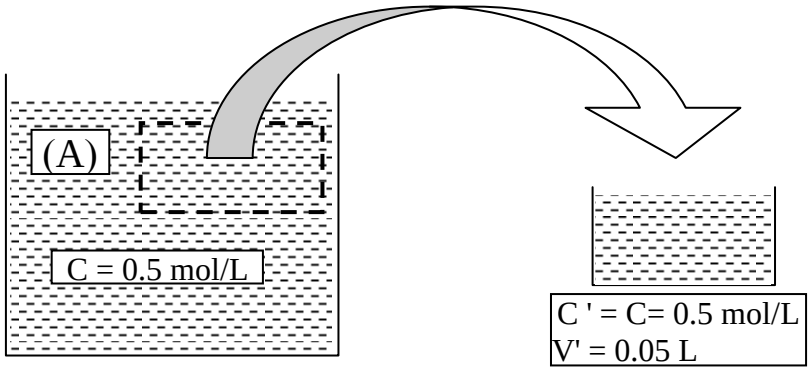
الطريقة الأولى :

$$C_{m0} = \frac{m_0}{V} \;\rightarrow\; C_{m0} = \frac{4}{0.2} = 20\,\text{g/L}$$

الطريقة الثانية :

$$C_{m0} = M.C = 40 \,.\, 0.5 = 20\,\text{g/L}$$

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



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

4- أ- تسمى هذه العملية بالتمديد .

ب- حجم المحلول الجديد :

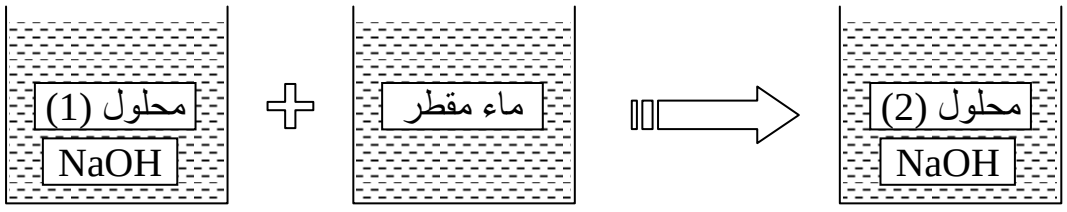
$$V_2 = V_1 + V_0 = 0.01 + 0.09 = 0.1\ \text{L}$$

معامل التمديد :

$$f = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow f = \frac{0.1}{0.01} = 10$$

جـ- تركيز المحلول الجديد :

الطريقة الأولى :



$n_1(NaOH)$ — V_0 — $n_2(NaOH)$

$C_1 = 0.5$ mol/L — $C_2 = ?$ mol/L

$V_1 = 0.01$ L — $V_2 = V_1 + V_0$

- حسب قانون التمديد :

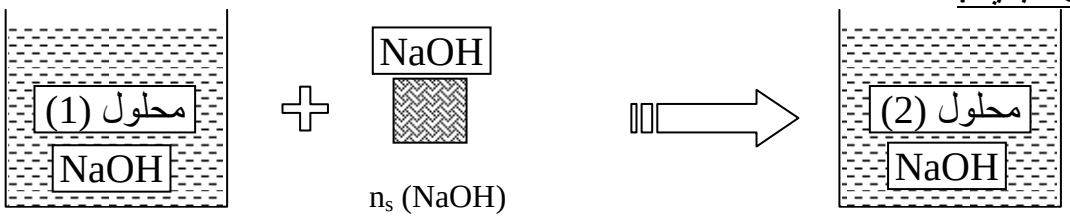
$$C_1V_1 = C_2V_2 \rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} \rightarrow C_2 = \frac{0.5 \,.\, 0.01}{0,1} = 0.05\,\text{mol/L}$$

الطريقة الثانية :

عند نمدد المحلول 10 مرات يكون :

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

5- تركيز المحلول الجديد :



$n_1(NaOH)$ — $n_s(NaOH)$ — $n_2(NaOH)$

$C_1 = 0.5$ mol/L — $m_s = 0.4$ g — $C = ?$

$V_1 = 0.01$ L — $V_2 = V_1$

$$C_2 = \frac{n_1(NaoH)}{V_2} \qquad (V_2 = V_1)$$

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 وعليه "

$$C_2 = \frac{n_1(NaOH) + n_S(NaOH)}{V_2}$$

$$C_2 = \frac{C_1\,V_1 + \frac{m_s}{M}}{V_2} \rightarrow C_2 = \frac{(0{,}5 \;.\; 0{,}01) + \frac{0.4}{40}}{0.01} = 1{,}5\,\text{mol/L}$$

التمرين (7) : (التمرين : 009 في بنك التمارين على الموقع) (*)

الإيوزين لها خواص ملونة ، و مطهرة صيغتها المجملة $C_{20}H_6O_5Br_4Na_2$.

1- أحسب الكتلة المولية الجزيئية للإيوزين .

2- نحضر محلولا مائيا للإيوزين بإذابة كتلة $m = 34.58\ g$ من الإيوزين في حوجلة عيارية حجمها $500\ mL$ تحتوي على $20\ mL$ من الماء المقطر ، بعد خلط المزيج بشكل جيد نضيف له كمية من الماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري فنحصل على محلول (S_0) .

أ- أحسب كمية مادة الإيوزين المحتواة في الكتلة m المضافة .

ب- أحسب التركيز المولي C_0 للمحلول S_0 .

3- نأخذ $20\ mL$ من المحلول (S_0) و ندخلها في حوجلة أخرى حجمها $200\ mL$ ثم نكمل الحجم بالماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري فنحصل على محلول (S_1) .

أ- كيف تسمى هذه العملية .

ب- أوجد ما يلي :

- معامل التمديد f .
- أحسب بطريقتين مختلفتين التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) .
- أحسب التركيز الكتلي C_m للمحلول (S_1) .

يعطى : $M(C) = 12\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(O) = 16\ g/mol$
$M(Br) = 79.9\ g/mol$ ، $M(Na) = 23\ g/mol$

الأجوبة :

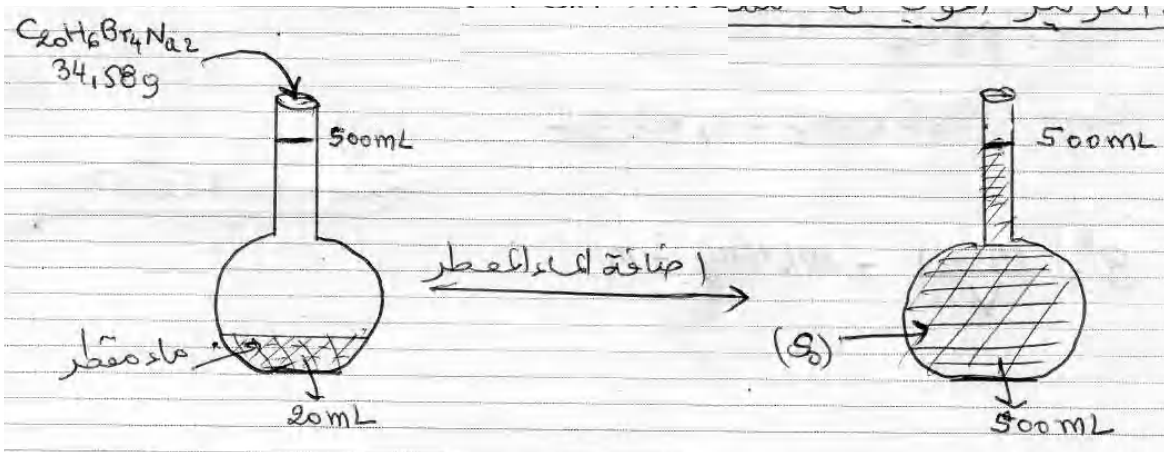
1- الكتلة المولية للإيوزين :

$$M = (20 \cdot 12) + (6 \cdot 1) + (5 \cdot 16) + (4 \cdot 79{,}9) + (2 \cdot 23) = 691{,}6\ g/mol$$

2- أ- كمية المادة في $34{,}58\ g$ من الإيوزين :

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{34{,}58}{691{,}6} = 0.05\ mol$$

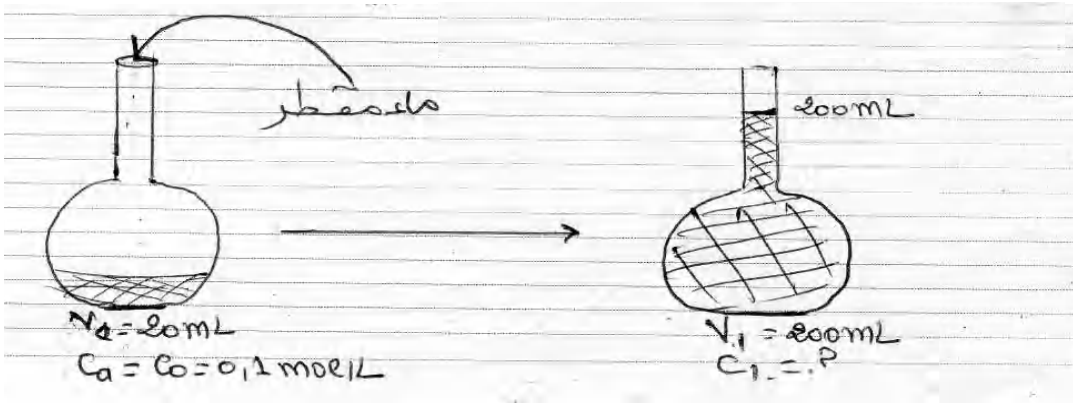
ب- التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0) :



$$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{0{,}05}{0{,}5} = 0{,}1\ mol/L$$

3- أ- تسمى هذه العملية بالتمديد .

ب- معامل التمديد :



$$f = \frac{V_1}{V_0} = \frac{200\,ml}{20\,ml} = 10$$

التركيز C_1 :

طريقة (1) :

حسب قانون التمديد:

$$C_0V_0 = C_1V_1 \rightarrow C_1 = \frac{C_0V_0}{V_1} \rightarrow C_1 = \frac{0,1\ .\ 0,02}{0,2} = 0.01\,mol/L$$

طريقة (2) :

$$C_1 = \frac{C_0}{f} \rightarrow C_1 = \frac{0.1}{100} = 0.01\,mol/L$$

التركيز الكتلي :

$$C_m = MC_1 \rightarrow C_m = 691,6\ .\ 0.01 = 0.691\ g/L$$

التمرين (8) : (التمرين : 008 في بنك التمارين على الموقع) (*)

للحصول على محلول (A) لكلور الهيدروجين HCl تركيزه المولي C = 2 mol/L ، قمنا عند الشرطين النظاميين بحل حجم $V_{(HCl)}$ من غاز كلور الهيدروجين في 100 mL من الماء المقطر .

1- أوجد قيمة $V_{(HCl)}$.

2- أوجد حجم الماء المقطر V_0 اللازم إضافته إلى عينة من المحلول (A) حجمها $V_1 = 10\ mL$ حتى نحصل على محلول تركيزه المولي $C_2 = 0.5\ mol/L$.

3- نأخذ عينة أخرى من المحلول (A) حجمها $V_1 = 10\ mL$ و نضيف لها حجم $V_2 = 40\ mL$ من محلول آخر لكلور الهيدروجين تركيزه $C_2 = 1\ mol/L$. أوجد التركيز المولي C للمحلول الجديد .

4- نريد تحضير محلول (S) حجمه $V = 500\ mL$ بتمديد عينة من المحلول (A) 100 مرة ، و لدينا الزجاجيات التالية :

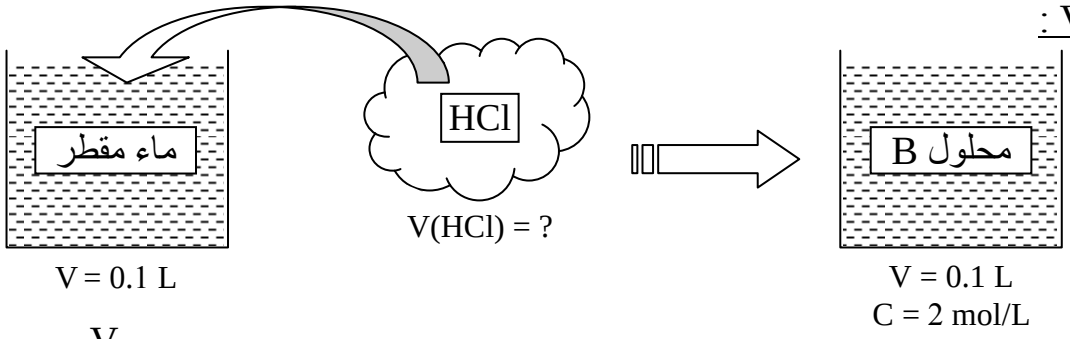
- حوجلات عيارية (500 mL ، 100 mL ، 50 mL) .
- ماصات عيارية (20 mL ، 10 mL ، 5 mL) .

أ- ما يعني مصطلح " عيارية" المقترن بالماصات و الحوجلات المذكورة .

ب- أكتب البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S) مبينا الزجاجيات المستعملة من بين ما ذكر .

الأجوبة :

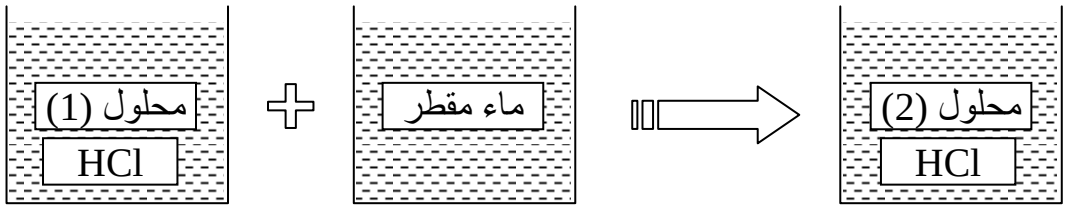
1- قيمة $V_{(HCl)}$:



$$C_0 = \frac{n_0(HCl)}{V} = \frac{\frac{V_{(HCl)}}{V_M}}{V} = \frac{V_{(HCl)}}{V_M \cdot V} \rightarrow V_{(HCl)} = C_0 \cdot V_M \cdot V$$

$$V_{(HCl)} = 2 \ . 22.4 \ . 0.1 = 4.48 \, L$$

2- حجم الماء المقطر اللازم إضافته :



$n_1(HCl)$ — V_0 — $n_2(HCl)$

$C_1 = 2$ mol/L — $C_2 = 0.5$ mol/L

$V_1 = 0.01$ L — $V_2 = V_1 + V_0$

حسب قانون التمديد :

$$C_1V_1 = C_2V_2 \rightarrow C_1V_1 = C_2(V_1 + V_0)$$

$$V_1 + V_0 = \frac{C_1V_1}{C_2} \rightarrow V_0 = \frac{C_1V_1}{C_2} - V_1 \rightarrow V_0 = \frac{2 \, . \, 0.01}{0.5} - 0.01 = 0.03 \, L = 30 \, mL$$

طريقة أخرى :

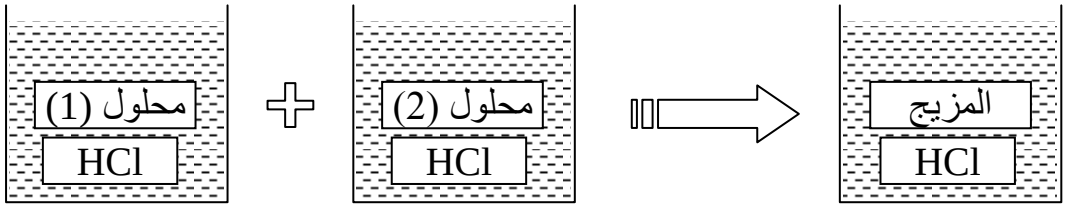
نحسب معامل التمديد :

$$f = \frac{C_2}{C_1} = \frac{2}{0,5} = 4$$

ومنه :

- $f = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow V_2 = f \ V_1 = 4 \, . \, 0,01 = 0,04 \, L$
- $V_2 = V_1 + V_0 \rightarrow V_0 = V_2 - V_1 = 0,04 - 0,01 = 0,03 \, L = 30 \, mL$

3- تركيز المحلول الجديد :



$n_1(HCl)$ $C_1 = 2\ mol/L$ $V_1 = 0.01\ L$ — $n_2(HCl)$ $C_2 = 1\ mol/L$ $V_2 = 0.04\ L$ — $n\ (HCl)$ $C = ?$ $V = V_1 + V_2$

$$C = \frac{n(HCl)}{V_1 + V_2}$$

كمية مادة HCl في المزيج مساوية لكمية مادة HCL في المحلول (1) مضاف لها كمية مادة HCl في المحلول (2) و عليه :

$$C = \frac{n_1(HCl) + n_2(HCl)}{V_1 + V_2}$$

$$C = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{V_1 + V_2} \rightarrow C = \frac{(2.0.01) + (1 . 0.04)}{0.01 + 0.04} = 1.2\ mol/L$$

4- أ- معنى مصطلح العيارية :

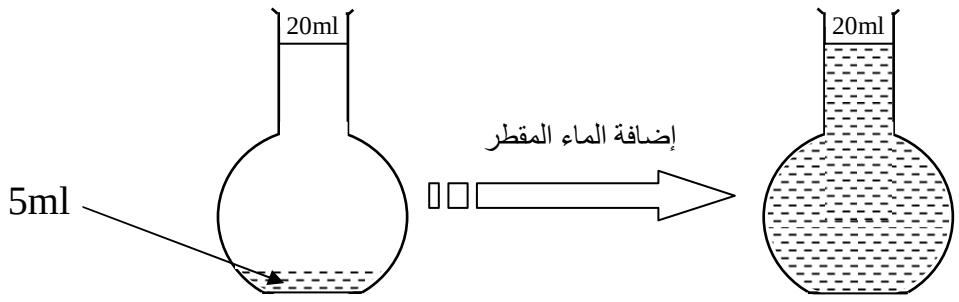
هو خط دائري في أعلى الزجاجية يدل على حجم المحلول عنده .

البروتوكول التجريبي :

- نحسب أولا حجم محلول (HCl) اللازم أخذه من المحلول (A) و ليكن V_0 .

$$f = \frac{V}{V_0} \rightarrow v_0 = \frac{V}{f} = \frac{500}{100} = 5mL$$

- بواسطة ماصة مزودة عيارية سعتها 5 ml مزودة بإجاصة مص ، نأخذ الحجم $V_0 = 5\ mL$ من المحلول (A) و نضعها في حوجلة عيارية سعتها 500 mL تحتوي على كمية من الماء المقطر .
- نضيف بالماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري مع الرج المستمر من أجل تجانس المحلول .



5- المحاليل غير النقية و التجارية

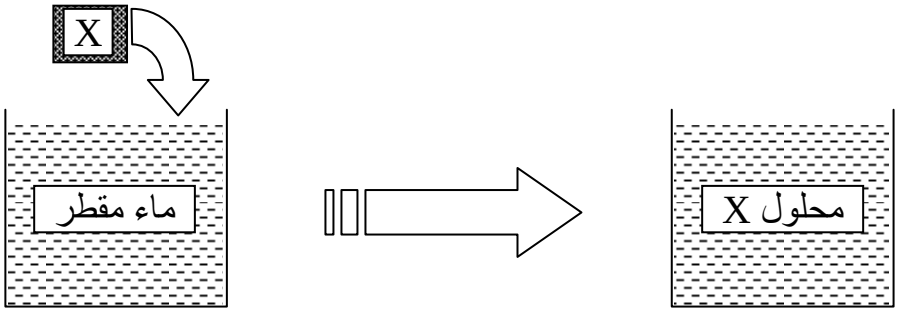
● النسبة الكتلية لمحلول :

المواد التجارية لا تكون نقية كليا بل تكون تحتوي على مواد أخرى بنسبة ضئيلة ، لذا تتميز المواد التجارية بمقدار يسمى درجة النقاوة P و هي تمثل حاصل قيمة كتلة المادة النقية m على كتلة المادة التجارية m_0 و نكتب :

$$P = \frac{m}{m_0}.100$$

● النسبة الكتلية 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 :

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

أي أن النسبة الكتلية P هي نسبة المادة النقية في المحلول و عليه نكتب :

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

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

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

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

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

و منه تصبح عبارة P كما يلي :

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

لدينا :

- $C_m = M.C_0$
- $d = \frac{\rho(S_0)}{\rho(H_2O)} \rightarrow \rho = d.\rho(H_2O) = d.1000 \rightarrow \rho = 1000d$

و منه :

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

إذن :

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

مثال :

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

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

المطلوب :

حساب قيمة C_0 .

الجواب :

- قيمة C_0 :

من العلاقة السابقة لدينا :

$$C_0 = \frac{10.d.P}{M} \rightarrow C_0 = \frac{10.1.3.20}{40} = 6.5\ mol/L$$

التمرين (9) : (التمرين : 023 في بنك التمارين على الموقع) (*)

تحتوي قارورة على يود الصوديوم التجاري في شكل مسحوق ، و مسجل عليه ما يلي :

- درجة النقاوة $P = 90\%$.
- الكتلة المولية $M = 149.9\ g/mol$.
- صيغته الجزيئية NaI .

1- طلب الأستاذ من المخبري تحضير محلول (S_0) ليود الصوديوم حجمه $V = 100\ mL$ و تركيزه المولي $C_0 = 0{,}1\ mol/L$. أحسب كتلة يود الصوديوم التجاري m_0 اللازمة لتحضير المحلول (S_0) .

2- أخذ الأستاذ عينة من المحلول (S_0) حجمها $V_1 = 5\ mL$ ، و وضعها في حوجلة عيارية سعتها 100 mL ، ثم أضاف الماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري .

أ- جد معامل التمديد f .

ب- أحسب التركيز المولي للمحلول الناتج بطريقتين .

الأجوبة :

1- كتلة يود الصوديوم التجاري اللازمة لتحضير المحلول (S_0) :

نحسب أولا كتلة يود الصوديوم النقية التي يجب أن تكون منحلة في المحلول (S) .

$$C_0 = \frac{n_0}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{M.V} \rightarrow m = C.M.V \rightarrow m = 0,1 \,.\, 149,9 \,.\, 0,1 = 1,5\ g$$

نحسب الآن الكتلة m_0 .

$$P = \frac{m}{m_0}.100 \rightarrow m_0 = \frac{m.100}{P} \rightarrow m_0 = \frac{1,5.100}{90} = 1,67\ g$$

2- أ- معامل التمديد :

$$f = \frac{V_2}{V_1} = \frac{100}{5} = 20$$

ب- التركيز المولي الجديد :

الطريقة الأولى :

$$f = \frac{C_1}{C_2} \rightarrow C_2 = \frac{C_1}{f} \rightarrow C_2 = \frac{0,1}{20} = 5.10^{-3}\ mol/L$$

الطريقة الثانية :

حسب قانون التمديد :

$$C_1V_1 = C_2V_2 \rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} \rightarrow sC_2 = \frac{0,1.5.10^{-3}}{100.10^{-3}} = 5.10^{-3}\ mol/L$$

التمرين (10) : (التمرين : 024 في بنك التمارين على الموقع) (*)

توجد في مخبر الثانوية قارورة لمحلول كلور الهيدروجين HCl المركز (S_0) تركيزه المولي C_0 ، كتب على بطاقة هذه القارورة ما يلي :

- الكتلة المولية : M = 36.5 g/mol ، الكثافة : d = 1.18 .
- النسبة المئوية الكتلية : P = 31% .

1- أحسب التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0) .

2- نريد تحضير محلول (S) حجمه V = 1L انطلاقا من المحلول (S_0) .

أ- أحسب الحجم V_0 اللازم أخذه من المحلول (S_0)

ب- أذكر البروتوكول التجريبي اللازم لتحضير المحلول (S) إنطلاقا من المحلول (S_0) .

الأجوبة :

1- التركيز المولي C_0 :

$$P = \frac{10.d.P}{M} \rightarrow P = \frac{10.1,18.31}{36,5} = 10\ mol/L$$

2- أ- قيمة V_0 :

$$f = \frac{V}{V_0} \rightarrow V_0 = \frac{V}{f} = \frac{1}{200} = 5.10^{-3}\ L = 5\ mL$$

ب - البروتوكول الجدريبي :

- نسحب بواسطة ماصة عيارية سعتها 5 mL الحجم V_0 و نضعها في حوجلة عيارية سعتها 1L ، تحتوي على كمية قيلية من الماء المقطر .

- نضيف الماء حتى بلوغ الخط العياري مع الرج المستمر من أجل تجانس المحلول .

6- تمارين متنوعة

التمرين (11) : (التمرين : 028 في بنك التمارين على الموقع) (**)

تتعرض أغلب الأجهزة الكهرومنزلية مثل المسخن المائي و آلة تقطير القهوة إلى ترسبات كلسية يمكن إزالتها باستعمال منظفات (détartrants) تجارية ، يفضل استعمال المنظفات التي تحتوي على حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ نظرا لفعاليته و عدم تفاعله مع مكونات الأجهزة و تحلله بسهولة في الطبيعة ، إضافة إلى كونه غير ملوث للبيئة .

كُتب على لاصقة قارورة المنظف التجاري المعلومات التالية :

- النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف P = 45% .
- يستعمل المنظف التجاري المركز مع التسخين .
- الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك $M(C_3H_6O_3) = 90\ g/mol$.
- الكتلة الحجمية للمنظف التجاري $\rho = 1130\ g/L$.

بهدف التحقق من النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري المركز ، نمدد عينة منه 100 مرة فنحصل على محلول (S_a) لحمض اللاكتيك تركيزه المولي C_a ، بواسطة تجهيز مناسب قسنا التركيز المولي للمحلول (S) فكانت النتيجة $C = 5{,}66 \cdot 10^{-2}\ mol/L$.

1- استنتج قيمة C_0 التركيز المولي للمنظف التجاري المركز .

3- احسب النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري ، ماذا تستنتج ؟

تعطى : الكتلة الحجمية للماء : $\rho_o = 1000\ g/L$.

الأجوبة :

1- قيمة C_0 :

المحلول التجاري مدد 100 مرة لذا يكون :

$$C = \frac{C_0}{100} \rightarrow C_0 = 100\ C \rightarrow C = 100 \cdot 5{,}66 \cdot 10^{-2} = 5{,}66 \cdot mol/L$$

3- النسبة المئوية :

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

و حيث أن : $d = \frac{\rho_{(S)}}{\rho_O}$ يصبح :

$$P = \frac{M.C_0}{10.\frac{\rho_{(S)}}{\rho_O}} \rightarrow P = \frac{90 \cdot 5.66}{10.\frac{1130}{1000}} \approx 45\%$$

نستنتج أن ما كتب على اللاصقة صحيح .

التمرين (12) : (التمرين : 025 في بنك التمارين على الموقع) (**)

لدينا توجد في مخبر الثانوية قارورة لحمض كلور الهيدروجين المركز A_0 مكتوب عليها $P = 34\%$ ، الكتلة االحجمية لـ A_0 هي $\rho = 1180\ g/L$. النسبة المئوية الكتلية للحمض تعني كتلة الحمض المنحلة في 100 g من هذا المحلول .
من أجل التحقق من الكتابة $P = 34\%$ ، نمدد عينة من المحلول A_0 100 مرة فنحصل على محلول A_1 تركيزه المولبي C_1 ، بواسطة تجهيز مناسب استطعنا حددنا التركيز المولي للمحلول A_1 فكانت النتيجة : $C = 0.11\ mol/L$.
1 - استنتج التركيز المولي C_0 و التركيز الكتلي C_{m0} لمحلول حمض كلور الماء المركز A_0 .
2- ما هي كتلة 1L من محلول A_0 .
3- ما هي كتلة كلور الهيدروجين HCl المنحل في 1L من المحلول A_0 ؟
4- أحسب النسبة الكتلية للمحلول A_0 ، هل تتوافق مع الكتابة الموجودة على القارورة ؟

الأجوبة :

1- التركيز المولي C_0 و الكتلي C_{m0} لمحلول HCl قبل التمديد :
المحلول مخفف 100 مرة و عليه :

$$C_1 = \frac{C_0}{100} \rightarrow C_0 = 100\,C_1 = 100 \cdot 0.11 = 11\,mol/L$$

$C_{m0} = M(HCl) \cdot C_0$

- $M(HCl) = 1 + 35.5 = 36.5\ g/mol$
- $C_{m0} = 36.5 \cdot 11 = 401.5\ g/L$

2- كتلة 1L من A_0 :

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \qquad \rightarrow m = 1180 \cdot 1 = 1180\ g$$

3- كتلة HCl المنحل في 1L من A_0 :

$$C_m = \frac{m'}{V} \rightarrow m' = C_m V \qquad \rightarrow m' = 401.5 \cdot 1 = 401.5\ g$$

4- النسبة الكتلية لـ A_0 :
يمكن القول أن 1180 g من المحلول A_0 توجد به 401.5 g من HCl منحلة ، و من تعريف النسبة الكتلية يكون :

$$\begin{cases} 1180\ g \rightarrow 4150 \\ 100\ g \rightarrow P \end{cases} \qquad \rightarrow \quad P = \frac{100 \cdot 401.5}{1180} = 34\%$$

و هي توافق الكتابة المتواجدة على القارورة .

التمرين (13) : (التمرين : 053 في بنك التمارين على الموقع) (**)

منذ أن استخلف الله الإنسان في الأرض وسخر له كل ما فيها والأنسان يعيش بتوازن دائم مع الطبيعة. يؤثر فيها ويتأثر بها. يأخذ منها ويعطيها. إلا أنه كل ما مر زمان وتوالت العصور زاد عدد سكان الأرض بشكل متعاظم.
وكلما زاد عدد السكان وتنامى نشاطهم برزت مشكلة المخلفات الناتجة عن أنشطتهم المتنامية وتفاقم تأثيرها على البيئة والعاملين في مجال المحافظة عليها. ويشغلهم تأثيرها على البيئة والإنسان بل ويقض مضاجعهم كيفية التخلص من هذه المخلفات وأيضاً من آثار التخلص منها بأي طريقة أفضل. وأين يجب تصريفها والتخلص منها. خصوصاً

وأن المخلفات بجميع أنواعها تتزايد تبعاً لزيادة عدد السكان وتبعاً لتنامي النشاط الصناعي والتجاري ولأسلوب ونمط الحياه التي تحياها المجتمعات.

يريد صاحب مصنع التخلص من $1\ m^3$ من نفايات سائلة تحتوي على حمض الآزوت HNO_3 بتركيزه مولي قدره $C_m = 10\ g/L$ عن طريق التمديد .

جِد حجم الماء الذي يجب إضافته لهذه النفايات قبل صرفها في الوادي علما أن القانون يسمح بتركيز كتلي أعظمي $C_{max} = 50\ mg/L$.

يعطى : $M(C) = 12\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(O) = 16\ g/mol$.

الأجوبة :

1- حجم الماء اللازم إضافته لهذه النفايات :

يعني حساب حجم الماء V_0 الذي يجب إضافته على الأقل إلى $V = 1\ m^3$ من النفايات ذات التركيز الكتلي $C_{max} = 50\ mg/mol$ حتى نصبح ذات تركيز $C = 10\ g/L$

حسب قانون التمديد :

$$CV = C_{max}(V + V_0)$$

$$(V + V_0) = \frac{CV}{C_{max}} \longrightarrow V_0 = \frac{CV}{C_{max}} - V$$

$$V_0 = \frac{10\ (g/L) \times 1\ (m^3)}{50 \cdot 10^{-3}\ (g/L)} = 200\ m^3$$

اذن حجم الماء اللازم اضافته إلى النفايات هو $200\ m^3$ على الأقل .

التمرين (14) : (التمرين : 029 في بنك التمارين على الموقع) (***)

إن احتراق وقود السيارات ينتج غاز SO_2 الملوث للجو من جهة و المسبب للأمطار الحامضية من جهة أخرى .

من أجل معرفة التركيز الكتلي لغاز SO_2 في الهواء ، نحل $20\ m^3$ من الهواء في $1L$ من الماء لنحصل على محلول S_0 (نعتبر أن كمية SO_2 تنحل كليا في الماء) . تركيزه المولي $C = 9.5 \cdot 10^{-5}\ mol/L$.

التحول الكيميائي الحادث

1- أحسب التركيز الكتلي لغاز SO_2 المتواجد في الهواء المدروس ، علما أن التركيز الكتلي لغاز في الهواء هو حاصل قيمة كتلة هذا العاز على حجم الهواء .

2- إذا كانت المنظمة العالمية للصحة تشترط أن لا يتعدى تركيز SO_2 في الهواء $250\ \mu g.m^{-3}$ ، هل الهواء المدروس ملوث ؟ برر .

يعطى : $M(O) = 16\ g/mol$ ، $M(S) = 32\ g.mol^{-1}$.

الأجوبة :

1- التركيز الكتلي لغاز SO_2 في الهواء المدروس :

لدينا $C = 9.5 . 10^{-5}$ mol/L و هو التركيز المولي لغاز SO_2 في المحلول (S_0) و عليه كمية مادة SO_2 المتواجدة في المحلول (S_0) الذي تحصلنا عليه بحل $20\ m^3$ من الهواء في 1L من الماء و المساوي لكمية مادة SO_2 الموجودة في $2\ m^3$ من الهواء المنحل هو :

$n_0(SO_2) = C_0V = 9,5 . 10^{-5} . 1 = 9,5 . 10^{-5}$ mol

و بالتالي تكون كتلة SO_2 الموافقة لـ $2\ m^3$ من الهواء التي قمنا بحلها في 1L من الماء هي كما يلي :

$$n_0(SO_2) = \frac{m_0(SO_2)}{M(SO_2)} \rightarrow m_0(SO_2) = n_0(SO_2)\, M(SO_2)$$

- $M(SO_2) = 32 + (2 + 16) = 64$ g/mol
- $m_0(SO_2) = 9,5 . 10^{-5} . 64 = 6,08 . 10^{-3}$ g

و عليه يمكن حساب الآن التركيز الكتلي لـ SO_2 في $2\ m^3$ من الهواء المنحل كما يلي :

$$C_m = \frac{m_0(SO_2)}{V_{air}} \rightarrow C_m = \frac{6,08.10^{-3}}{2\,(m^3)} = 3,04.10^{-4}\ g/m^3 = 304\,\mu g/m^3$$

2- طبيعة الهواء المدروس :

وجدنا سابقا $C_m = 304\ \mu g/m^3$ و هو التركيز الكتلي للهواء المدروس و حسب شروط المنظمة العالمية للصحة التي تعتبر الهواء غير ملوث عندما لا يتعدى التركيز الكتلي لـ SO_2 في الهواء القيمة $250\ \mu g.m^{-3}$ ، يمكن إذن اعتبار أن الهواء المدروس ملوث .

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani