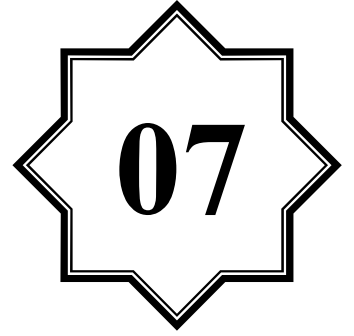


مركز نظري مختصر



المادة و تحولاتها

من المجهرى إلى العيانى

الشعبة : جذع مشترك
علوم و تكنولوجيا

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/03/22

● مفهوم المول و عدد أفوقادور :

- الكيميائيون في حياتهم اليومية يتعاملون مع أعدادا كبيرة جدا لما يتعلق الأمر بالأفراد الكيميائية (ذرات ، جزيئات ، شوارد) و لتجنب هذه الأعداد الكبيرة جدا ، فكروا في تغيير سلم التداول ، فاختاروا وحدة جديدة تدعى المول (mol) تختزل من خلالها الأرقام الكبيرة جدا للأفراد الكيميائية .
- 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 أفوقادور ، يرمز له بالرمز N_A ، فالمول إذن هو كمية من المادة تحتوي على عدد أفوقادور من الأفراد الكيميائية لهذه المادة .

● الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي :

- الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي X التي يرمز لها بـ M و حدها 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 :

$$M = A \text{ g/mol}$$

- 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 :

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

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

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

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

$$M(\text{Cu}) = \left(63 \cdot \frac{69.1}{100} \right) + \left(65 \cdot \frac{30.8}{100} \right)$$

$$M(\text{Cu}) = 63.5 \text{ g/mol}$$

- جدول للكتل المولية لبعض العناصر الكيميائية :

| الكتلة المولية M g . mol ⁻¹ | العنصر الكيميائي | | |
|---|-------------------|-------|------------|
| | العدد الكتلي Z | الرمز | الإسم |
| 12 | 12 | C | الكربون |
| 1 | 1 | H | الهيدروجين |
| 16 | 16 | O | الأكسجين |
| 14 | 14 | N | الآزوت |
| 11 | 11 | Na | الصوديوم |
| 35.5 | 37 ، 35 | Cl | الكلور |

● الكتلة المولية الجزيئية :

- الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي هي كتلة 1 mol من جزيئات هذا النوع الكيميائي يرمز لها أيضا بـ M و وحدتها 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 :

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 M(\text{H}) + M(\text{O})$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = (2 \cdot 1) + (16) = 18 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + 2 M(\text{O})$$

$$M(\text{CO}_2) = (12) + (2 \cdot 16) = 44 \text{ g/mol}$$

● قانون أفوقادرو أمبير :

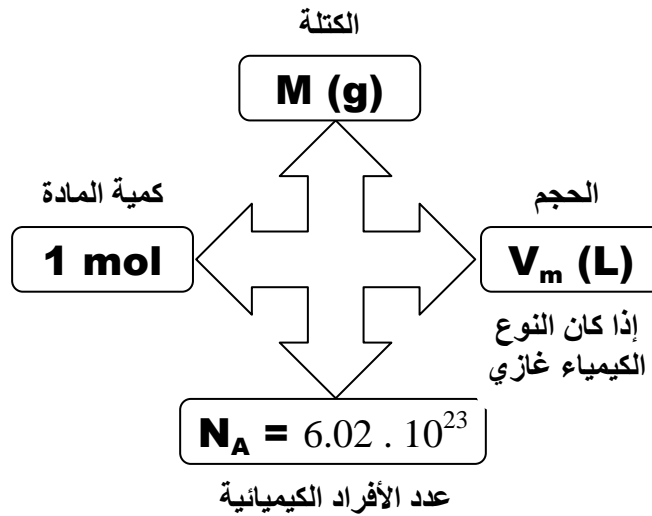
ينص على ما يلي :
" الحجم المتساوية من مختلف الغازات ، و الخاضعة إلى شرطين متماثلين من حيث الضغط و درجة الحرارة ، تحتوي على العدد نفسه من الأفراد الكيميائية و بالتالي نفس كمية المادة "
● الحجم المولى لغاز :

- من قانون أفوقادرو السابق يمكن قول ما يلي " إن مولات الغازات المختلفة ، و المأخوذة في نفس الشرطين من حيث الضغط و درجة الحرارة ، تشغل الحجم نفسه "
- يسمى حجم 1mol من أي غاز **الحجم المولى** يرمز له بـ V_M و وحدته L/mol .
- في الشروط النظامية أين يكون الضغط مساوي للضغط الجوي العادي (P = 1 atm) ، و درجة الحرارة المساوية 0°C يكون الحجم المولى مساوي لـ 22.4 L/mol أي :

$$V_M = 22.4 \text{ L/mol}$$

ملاحظة :

يمكن تلخيص ما قلناه سابقا في المخطط التالي :

• تعيين كمية المادة لعينة من نوع كيميائى :

- نوع كيميائى معرف بكتلته m :

نعلم أن مولا واحدا لأي عينة من نوع كيميائى X كتلتها بالغمم هي الكتلة المولية M ، و عليه لحساب كمية المادة (عدد المولات) الموجودة في كتلة معينة m من نفس النوع الكيميائى 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 :

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

- نوع كيميائى معرف بعدد أفراده الكيميائية y :

نعلم أن مولا واحدا لأي عينة من نوع كيميائى X يحتوي على $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$ جزيء من هذا النوع الكيميائى ، و عليه لحساب كمية المادة (عدد المولات) الموجودة في عدد معين y من جزيئات نفس النوع الكيميائى نستعمل القاعدة الثلاثية كما يلي :

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

و منه يكون :

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

- نوع كيميائى غازي معرف بحجمه V_{gaz} :

نعلم أن مولا واحدا لأي عينة من نوع كيميائى X حجمها V_M ، و عليه لحساب كمية المادة (عدد المولات) الموجودة في حجم معين V_{gaz} من نفس النوع الكيميائى نستعمل القاعدة الثلاثية كما يلي :

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

و منه يكون :

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

- نوع كيميائى سائل غازى معرف بحجمه V_l :

الكتلة الحجمية لنوع كيميائى سائل X كتلته عينة منه m و حجمها V يعبر عنها بالعلاقة : $\rho_X = \frac{m_X}{V_X}$

ومنه : $m_X = \rho_X V_X$

و لدينا سابقا : $n_X = \frac{m_X}{M(X)}$ ومنه يصبح :

$$n_X = \frac{\rho_X V_X}{M(X)}$$

ملاحظة :

يمكن دمج العلاقات السابقة في علاقة واحد كما يلي :

$$n_X = \frac{m_X}{M(X)} = \frac{V_{\text{gaz}}}{V_M} = \frac{y}{N_A}$$

● الكتلة الحجمية لنوع كيميائى (صلب ، سائل ، غاز) :

- الكتلة الحجمية التي يرمز لها بـ ρ لنوع كيميائى هي حاصل قسمة كتلة عينة من هذا النوع الكيميائى على حجم نفس 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 $m = M$ (الكتلة المولية للغاز) ، و حجمها $V = V_M$ (الحجم المولي) و عليه يمكن كتابة عبارة الكتلة الحجمية لغاز كما يلي :

$$\rho = \frac{M_{(\text{gas})}}{V_M}$$

● 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 .

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

- لا تقدر الكثافة بوحدة .
- تعرف أيضا كثافة نوع كيميائي (صلب أو سائل) بالنسبة للماء على أنها حاصل قسمة كتلة عينة من هذا النوع كيميائي على كتلة عينة أخرى من الماء لها نفس الحجم .

● كثافة نوع كيميائي غازي :

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

$$d = \frac{\rho(\text{gaz})}{\rho(\text{air})}$$

- لا تقدر الكثافة بوحدة .
- تعرف أيضا كثافة نوع كيميائي (غازي) بالنسبة للهواء على أنها حاصل قسمة كتلة عينة من هذا النوع كيميائي على كتلة عينة أخرى من الهواء لها نفس الحجم ، لهذا نكتب :

$$d = \frac{\frac{m_{\text{gaz}}}{V}}{\frac{m_{\text{air}}}{V}}$$

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

$$m(\text{gaz}) = M_{\text{gaz}}$$

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

يصبح لدينا :

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

ومنه :

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

و هي عبارة كثافة غاز في الشرطين النظاميين .

ملاحظة-1 :

نتعامل مع أبخرة الأنواع الكيميائية مثلما نتعامل تماما مع الغازات .

ملاحظة-2 :

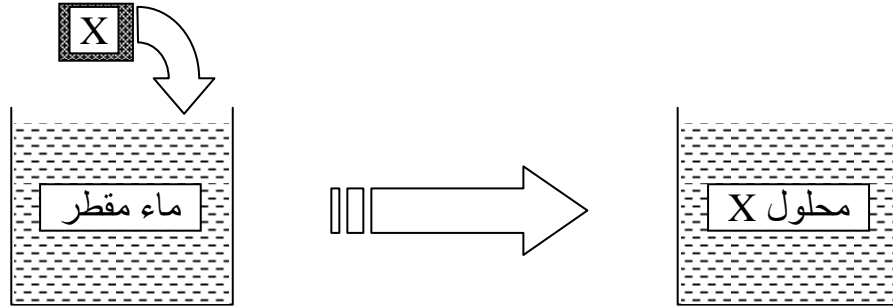
يمكن أيضا أن تقاس كثافة غاز A بالنسبة لغاز B ، و بنفس الطريقة السابقة حيث نجد :

$$d_{A/B} = \frac{\rho_{\text{gaz A}}}{\rho_{\text{gaz B}}} = \frac{M_{\text{gaz A}}}{M_{\text{gaz B}}}$$

علما أنه في حالة نوع كيميائي سائل يكون : $m_X = \rho V$.

● المحلول المائى و التركيز المولى :

- 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 المائى المتحصل عليه بمقدار فيزيائي يدعى التركيز المولى ، يرمز له بـ C و وحدته المول على اللتر (mol/L) ، و هو يساوي حاصل قسمة كمية (عدد مولات) النوع الكيميائي X المنحل (المذاب) ، على حجم الماء المقطر (المذيب) و نكتب :

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

- يمكن قول أن التركيز المولى لمحلول مائى هو عدد مولات النوع الكيميائي المنحل في 1L من هذا المحلول .

● التركيز الكتلى لمحلول مائى :

التركيز الكتلى الذي يرمز له بـ C_m و وحدته غرام على اللتر (g / L) لمحلول مائى 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 المولى C و التركيز الكتلى C_m :

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

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

ومنه تصبح عبارة C_m السابقة كما يلي :

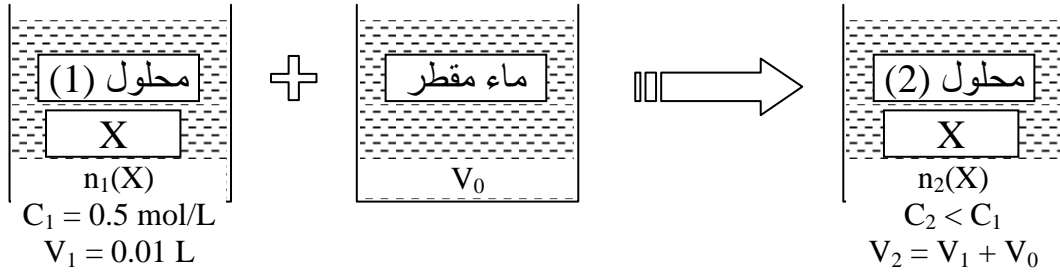
$$C_m = \frac{M(X).n_X}{V} = M(X) \frac{n_X}{V}$$

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

$$C_m = M(X).C \leftrightarrow C = \frac{C_m}{M(X)}$$

● تمديده أو تخفيف محلول :

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



- بعد تمديد محلول لا يحدث تغير في كمية المادة 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 :

$$n_1 = n_2 \rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2$$

● تحضير محلول ممدد :

مثال :

نريد الحصول على محلول (B) تركيزه المولي C_2 ، بإضافة حجم V_0 من الماء المقطر إلى حجم V_1 من محلول (A) تركيزه المولي C_1 أي بتمديد المحلول (A).

- عدد مولات النوع الكيميائي المنحل في المحلول (A) هو n_1 حيث : $n_1 = C_1 \cdot V_1$.
- عدد مولات النوع الكيميائي المنحل في المحلول (B) هو n_2 حيث : $n_2 = C_2 \cdot V_2$.
- أثناء التمديد لا يتغير عدد المولات لذا يكون :

$$n_1 = n_2$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$C_1 V_1 = C_2 (V_1 + V_0)$$

$$V_1 + V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_2}$$

$$V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_2} - V_1$$

و هي عبارة حجم الماء المقطر الواجب إضافته إلى حجم V_1 من المحلول (A) المراد تمديده ذو التركيز C_1 ، للحصول على محلول تركيزه C_2 .

ملاحظة-1:

بالطريقة السابقة يمكن إثبات أنه عند تمديد محلول تركيزه المولي C_1 و حجمه V_1 (f مرة) أي نجعل حجمه مساوي لـ f من الحجم الابتدائي ($V_2 = f V_1$) نحصل على محلول C_2 و حجمه V_2 حيث يكون $C_2 = \frac{C_1}{f}$ و نكتب :

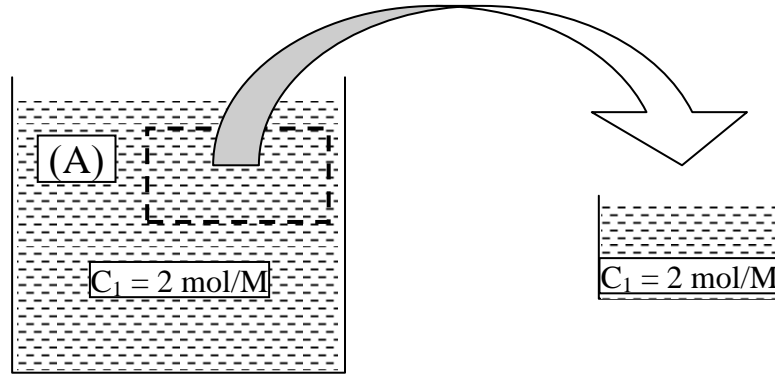
$$V_2 = f V_1 \rightarrow C_2 = \frac{C_1}{f}$$

f يدعى معامل التمديد و يعبر عنه بالعلاقة :

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

ملاحظة-2:

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-1:

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

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

مثال-2 :

انطلاقا من محلول الصود (A) تركيزه C_1 ، نحضر محلول (B) تركيزه $C_2 = \frac{C_1}{10}$ ، أي نحضر محلول (B)

بتمديد محلول الصود (A) عشرة مرات (معامل التمديد $f = 10 = \frac{C_1}{C_2}$) ، نبحت عن حجم الماء المقطر V الواجب

إضافته إلى حجم V_1 من محلول الصود (A) .

- عدد مولات الصود (هيدروكسيد الصوديوم) المنحل في المحلول (A) هو n_1 حيث : $n_1 = C_1 \cdot V_1$.

- عدد مولات الصود (هيدروكسيد الصوديوم) المنحل في المحلول (B) هو n_2 حيث : $n_2 = C_2 \cdot V_2$.

- أثناء التمديد لا يتغير عدد المولات لذا يكون :

$$n_1 = n_2$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$C_1 V_1 = \frac{C_1}{10} (V_1 + V_0)$$

$$10 C_1 V_1 = C_1 (V_1 + V_0)$$

$$10 V_1 = V_1 + V_0$$

$$V_0 = 10 V_1 - V_1 \rightarrow V_0 = 9 V_1 = 9 \cdot 100 = 900 \text{ mL}$$

أي لتمديد محلول (A) عشرة مرات ، نضيف إليه تسعة أجام منه ماء مقطر ليصبح الحجم النهائي 10 أجام الحجم الابتدائي ، فمثلا إذا كان الحجم $V_1 = 100 \text{ mL}$ يجب إضافة 900 mL من الماء المقطر للحصول على محلول

ممدد تركيزه عشر $(\frac{1}{10})$ تركيز المحلول الابتدائي ..

**** الأستاذ : فرقاني فارس ****

ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم

الخروب - قسنطينة

Fares_Fergani@yahoo.Fr

Tel : 0771998109

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

لتحميل نسخة من هذه الوثيقة و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ ذو العنوان التالي :

www.sites.google.com/site/faresfergani