المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف ميلة
معهد العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة الميكانيكية والكهروميكانيك

الكيمياء المعدنية

السنة الثانية هندسة طرائق

admin

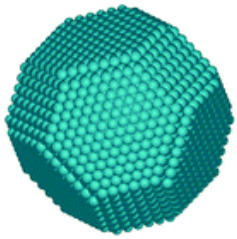
الفصل الأول: عموميات

I.1. المول:

شكل 1: سكر

أثناء تطبيق الكيمياء، على الكيميائيين حساب عدد الذرات، الشوارد أو الجزيئات و التي تسمى بالوحدات الكيميائية (على المستوى ألمجهري MICROSCOPIC) الموجودة في العينات المستعملة (العينية MACROSCOPIC).

فمثلا إذا أردنا شراء السكر، فعلينا أن نأخذ علبة الواحد كيلوغرام أو أكثر، فمن المستحيل أن نأخذ بالحبة أو بالوحدة. بنفس المنطق (بسبب صغر حجم ووزنها الذرات، الجزيئات أو الشوارد) فإننا نحدد كمية الذرات، الجزيئات أو الشوارد عن طريق رزمة أو حزمة.



شكل2 : شكل الذرات داخل المادة

مثال: عدد ذرات الحديد الموجودة في عينة كتلتها 3,5 غ هو 3,8 10^{22} ذرة. هذا الأعداد الكبيرة جعل الكيميائيين يخترعون وحدة جديدة من أجل تسهيل الحسابات، وذلك بجمع عدد العناصر (ذرات، جزيئات او شوارد) في حزمة واحدة يسمى المول؛ و هو عدد $\mathcal{N}_A$ (اوعدد افوغادرو ، وهو عدد ذرات الموجودة في 12غ من كربون $^{12}C12$ ويساوي **$6{,}02.10^{23}$ وحدة.** إذا فكمية المادة لعينة كيميائية هي عدد المولات الموجودة في هذه العينة. يرمز لها ب **n ووحدتها مول mol.**

$$n = \frac{N}{\mathcal{N}_A}\begin{cases} \text{كمية المادة } n \\ \text{عددالوحدات } N \\ \text{عدد افوغادرو } 6{,}02214.10^{23} \; N_A \end{cases}$$

I.2. الكتلة المولية:

في الكيمياء، غالبا ما نحتاج معرفة كمية المادة الموجودة في العينات، ولكن لا نستطيع عدها مباشرة, بل يجب حسابها ابتداء من الكتلة (الحصول علي الكتل سهل يكفي استعمال الميزان). الكتلة المولية هي المقدار الذي يربط بين الكتلة وكمية المادة والتي نرمز اليها ب $\mathcal{M}$ **ووحدتها هي غ/مول $g.mol^{-1}$**.

$$m = N \times m_{\text{الوحدة}}$$

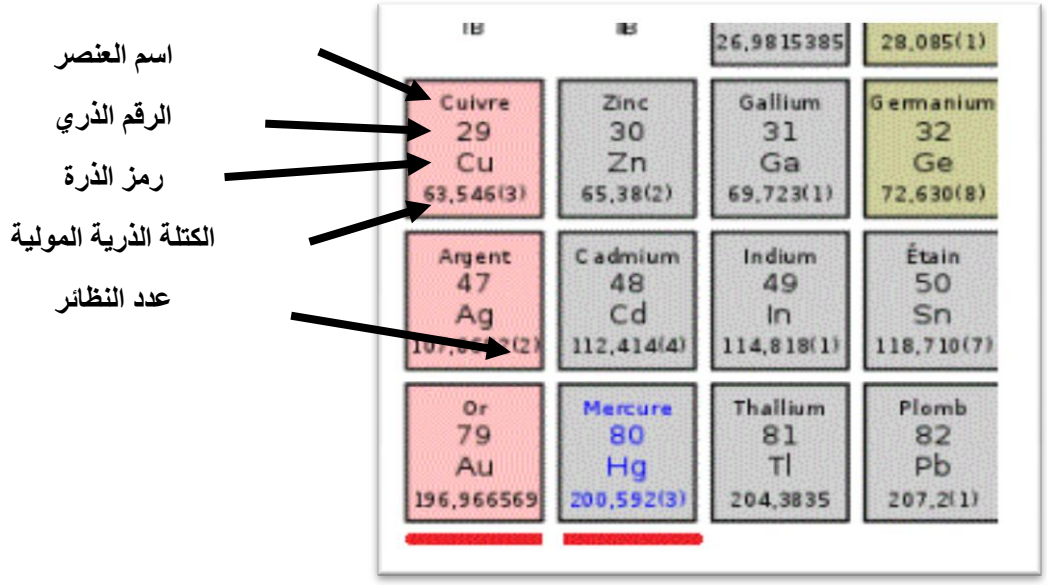
$$m = n \times \mathcal{N}_A \times m_{\text{الوحدة}}$$

$$m = n \times \mathcal{M}$$

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

I.2.1. الكتلة المولية الذرية

الكتلة المولية لعنصر ما هي كتلة 1 مول من الذرات لهذا العنصر (يؤخذ بعين الاعتبار كتلة النظائر ونسبة تواجدها في الطبيعة باعتبار أنها نجدها مجتمعة في ما في العينة), و هي خاص بالعناصر ونجدها في الجدول الدوري.



الصورة 3: الكتلة الذرية المولية في الجدول الدوري

مثال: يوجد الكلور في الطبيعة فيشكل نظيرين ^{35}Cl ($\mathcal{M}$=35, 75,77%) و ^{37}Cl ($\mathcal{M}$=35 ; 24, 23%)

$$\mathcal{M} = 35 \times 0{,}7577 + 37 \times 0{,}2423 = 35{,}453 g/mol$$

I.2.2.الوزن المولي الجزيئي:

يمثل الوزن المولي الجزيئي كتلة مول واحد من الجزيئات. وهو يساوي مجموع الكتل المولية الذرية للعناصر التي تشكل الجزيء.

مثال:

$$\mathcal{M}(H_2O) = 2 \times \quad (H) + \quad (O) = 2 \times 1 + 16 = 18 g/mol$$

تمرين:

يزن الماء الموجود في كوب من الماء هو 150 غ ، أحسب كمية المادة ، وكذلك عدد جزيئات الماء

الحل:

$$n = \frac{m}{\mathcal{M}} = \frac{150}{18} = 8,3 mol$$

$$N = n \times \mathcal{N}A = 8,3 \times 6,023.10^{23} = 5.10^{24} \text{جزيء}$$

I .5.الحجم المولي للغازات:

عند درجة حرارة وضغط معينين ، لا يعتمد حجم مول الغاز على طبيعته ، بل يتعلق بكمية المادة n يسمى هذا القانون قانون غاز أفوجادرو-أمبير. هذا الحجم يسمى الحجم المولي V_m ؛ يتم التعبير عنها ل/. مول

- من اجل درجة حرارة 20 °م و في الضغط الجوي (1جو 1atm او 1013hPa) الحجم المولي للغازات $V_m = 24\ L.mol^{-1}$ **(الشروط القياسية لدرجة الحرارة ةالضغط (standards conditions**
- من اجل درجة حرارة 0°م و في الضغط الجوي 1جو فان الحجم المولي للغازات هو $V_m =$ **$22,4\ L.mol^{-1}$ (الشروط النظامية من الضغط ودرجة الحرارةnormal conditions)/**
- كلما ارتفع الضغط أو انخفضت درجة الحرارة فان الحجم المولي يتناقص (حسب قانون الغازات المثالي)

$$V_m = \frac{V}{n}$$

تمرين: الصيغة الكيميائية الميثان أو غاز المدينة CH_4 :

1. احسب الكتلة المولية للميثان بالصيغة
2. احسب الحجم الذي يشغله 13,4 مول من الميثان عند 0 درجة مئوية و 1013.hPa
3. احسب الكتلة المقابلة.

$$\mathcal{M} = \mathcal{M}_C + 4\mathcal{M}_H = 12 + (4 \times 1) = 16g/mol$$

$$V = V_m \times n = 22,4 \times 13,4 = 300,16L$$

$$m = n \times \mathcal{M} = 13,4 \times 16 = 214,4g$$

I.3.الكسر أو النسبة المئوية:

الكسر أو النسبة المئوية هي مقدار يستخدم في الكيمياء أو علم المعادن للتعبير عن تكوين مركب أو سبيكة..

1. الكسر المولي x:

$$x_i = \frac{n_i}{n_t} \text{ (النسبة المولية } x_i(\%) = \frac{n_i}{n_t} \times 100)$$

2. الكسر الكتلي P:

$$P_i = \frac{m_i}{m_t} \text{ (النسبة الكتلية } P_i\% = \frac{m_i}{m_t} \times 100)$$

3. الكسر الحجمي: φ

$$\varphi_i = \frac{V_i}{V_t} \text{ (النسبة الحجمية } \varphi_i\% = \frac{V_i}{V_t} \times 100)$$

تمرين :

يحتوي محلول تنقنية الانابيب المسدودة على 10%بالكتلة من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH

احسب الكتلة المتواجدة في 1ل من المحلول هيدروكسيد الصوديوم كتلته 1220 غ.

الحل:

$$P_i\% = \frac{m_i}{m_t} \times 100 \Rightarrow m_i = \frac{P_i \times m_t}{100} = \frac{10 \times 1220}{100} = 122\text{g}$$

4. العلاقة بين الكسر المولي والكسر الكتلي:

$$x_i = \frac{n_i}{\sum_i n_i} = \frac{m_i/\mathcal{M}_i}{\sum_i m_i/\mathcal{M}_i} = \frac{P_i m_t/\mathcal{M}_i}{\sum_i P_i m_i/\mathcal{M}_i}$$

$$x_i = \frac{P_i/\mathcal{M}_i}{\sum_i P_i/\mathcal{M}_i}$$

I.4. الكتلة الحجمية و الكثافة:

I.4.1. الكتلة الحجمية

الكتلة الحجمية هي نسبة الكتلة m لعينة ما إلى حجمها V ، أوهي كتلة الحجم الذي يشغله الجسم (في درجة حرارة وضغط محددين)

$$\rho = \frac{m}{V} \ (kg/m^3, Kg/L, ou\ g/cm^3 ...)$$

I.4.2. الكثافة:

أ. **كثافة المواد الصلبة والسائلة بالنسبة للماء:**

يحدد من خلال مقارنة كتلة معينة من الجسم بكتلة نفس الحجم من الماء ..

$$d = \frac{m_{\text{العينة}}}{m_{\text{الماء}}} = \frac{\rho_{\text{العينة}} \times V}{\rho_{\text{الماء}} \times V} = \frac{\rho_{\text{العينة}}}{\rho_{\text{الماء}}}$$ (لا توجد وحدة)

$$\rho_{\text{الماء}} = 1kg/L$$

ب. **كثافة الغازات بالنسبة للهواء:**

يتم أخذ الهواء والغازات في نفس الظروف من درجة الحرارة والضغط .

$$d = \frac{\rho_{gaz}}{\rho_{air}} \ (\rho_{air} = 1,293g/L)$$

في الشروط النظامية (T= 0°C et P=101325 Pa)

$$\rho_{\text{هواء}} = \frac{m_{\text{هواء}}}{V_{\text{هواء}}} = \frac{m_{\text{هواء}}/n}{V_{\text{هواء}}/n} = \frac{\mathcal{M}_{\text{هواء}}}{V_m}$$

$$\mathcal{M}_{\text{هواء}} = \rho_{\text{هواء}} \times V_m = 1,293 \times 22,4 = 29g/mol$$

$$\mathcal{M}_{air} = 29g/mol$$

$$d = \frac{\rho_{\text{غاز}}}{\rho_{\text{هواء}}} = \frac{m_{\text{غاز}}/V}{m_{\text{هواء}}/V} = \frac{m_{\text{غاز}}}{m_{\text{هواء}}} = \frac{m_{\text{غاز}}/n}{m_{\text{هواء}}/n}$$

$$d = \frac{\mathcal{M}_{\text{غاز}}}{\mathcal{M}_{\text{هواء}}} = \frac{\mathcal{M}_{\text{غاز}}}{29}$$

تمرين:

احسب الكتلة الحجمية ل:

- **الكيروسين (الوقود السائل) بكثافة 0,78.**
- **الخرسانة كثافتها 2.5.**
- **ثاني أكسيد الكربون بكثافة 1.53 عند 0 درجة مئوية.**

Solution :

1. $d = \frac{\rho_{\text{الجسم}}}{\rho_{\text{الماء}}} \Rightarrow \rho_{\text{كيروسين}} = d \times \rho_{\text{الماء}} = 0,78 \times 1 = 0,78Kg/L$
2. $\rho_{\text{الخرسانة}} = d \times \rho_{\text{الماء}} = 2,5 \times 1 = 2,5Kg/L$
3. $\rho_{CO_2} = d \times \rho_{\text{غاز}} = \frac{\mathcal{M}_{CO2}}{29} \times \rho_{\text{الهواء}} = \frac{(12+2.16)}{29} \times 1,293 = 1,962g/L$

I.5. حصيلة المادة BILAN DE MATIERE:

تستخدم الحصيلة الكيميائية لتحديد الكتل والأحجام (المواد المتفاعلة) التي يجب أن تتفاعل وتلك التي سيتم انتاجها (المنتجات). وذلك وفقا لقانون لافوازييه أو قانون انحفاظ المادة (أثناء التحول الكيميائي فان كتلة المتفاعلات عي نفسها كتلة النواتج؛لا ينطبق هذا القانون على التفاعل النووي)

أثناء التحول الكيميائي المباشر (تفاعل واحد) ، لا يكون االتغير في كميات المادة للمتفاعلات مستقلة عن تغير كمية المادة للنواتج بل تكون على علاقة وذلك بالمعاملات الستيكيوميترية

$$aA + bB \leftrightarrow cC + dD$$

$$\frac{|\Delta n_A|}{a} = \frac{|\Delta n_B|}{b} = \frac{\Delta n_C}{c} = \frac{\Delta n_D}{d}$$

لذلك يمكن التعبير عن التغير في كل كمية من كميات المادة من متفاعلات بدلالة كمية تسمى تقدم التفاعل ، ويرمز إليها ب x ويعبر عنها بالمولات (mol) ، على النحو التالي:

من أجل إجراء الحصيلة المولية bilan molair، من الضروري رسم جدول (جدول تقدم التفاعل) يحتوي على تقدم كميات المواد المتفاعلة المستهلكة وكمية المنتجات التي ظهرت خلال ثلاث حالات.

المعادلة	aA	+ bB	↔ cC	dD
t=0	n_{A0}	n_{B0}	0	0
t	n_{A0}-ax	n_{B0}-bx	Cx	dx
tmax	n_{A0}-ax_{max}	n_{B0}-bx_{max}	cx_{max}	dx_{max}

نقول أن التحول هو:

- ✓ تام عندما يختفي واحد على الأقل من المواد المتفاعلة (المتفاعل المحد réactif limitant) تماما ، قد تظل المتفاعلات الأخرى موجودة في الحالة النهائية (متفاعل فائض réactif en excès)
- ✓ اعظمي maximal. عندما يكون التقدم النهائي أقل من الحد الأقصى للتقدم ، يتم تصنيف التحويل على أنه غير تام.
- ✓ في ظل الشروط الستوكيوميترية عندما تختفي جميع المواد المتفاعلة تماما.
- ✓ اغلب التفاعلات الكيميائية ليست تامة، وهذا ما يسمى حالة التوازن و التي يميزها ثابت التوازن

$$K = \frac{[A]^a[B]^b}{[C]^c[D]^d} \begin{cases} si\ K < 10^{-4} & \text{التفاعل ضعيف} \\ si\ 10^{-4} < K < 10^4 & \text{التفاعل في حالة توازن} \\ si\ K > 10^4 & \text{التفاعل تام,} \end{cases}$$

1.5.ا. معدل التقدم (نسبة التقدم): LE TAUX (POURCENTAGE) D'AVANCEMENT

معدل التقدم النهائي ، ونرمز إليه τ ، يساوي نسبة التقدم النهائي إلى التقدم الأعظمي:

$$\tau = \frac{x_{\text{نهائي}}}{x_{\text{الاعظمي}}} \begin{cases} 0 \leq \tau < 1 & \text{تفاعل غير تام,} \\ \tau = 1 & \text{تفاعل تام,} \end{cases}$$

نسبة التقدم هي:

$$\tau\% = \frac{x_{final}}{x_{max}} \times 100 \begin{cases} 0 \leq \tau\% < 100 & \text{تفاعل غير تام,} \\ \tau = 100 & \text{تفاعل تام,} \end{cases}$$

❖ في حالة تفاعل تام

$$x_{max} = \frac{n_{\text{المحد المتفاعل}}}{\text{معامل المتفاعل المحد}} = x_{\text{نهائي}}$$

❖ **في حالة تفاعل غير تام**

التقدم النهائي يحدد تجريبيا (pH، التركيز ، الامتصاص ...)

I.2.5. معدل التحول (نسبة التحول)LE TAUX (POURCENTAGE) DE CONVERSION

معدل تحول المتفاعل A يساوي نسبة عدد مولات A المتفاعلة أثناء التفاعل الكيميائي إلى عدد مولات A_0 الموجودة في البداية. لذلك سنكتب:

$$X_A = \frac{n_{i,0} - n_i}{n_{i,0}}$$

نسبة التحول:

$$X_A\% = \frac{n_{i,0} - n_i}{n_{i,0}} \times 100$$

I.3.5. مردود التفاعلLE RENDEMENT DE LA RÉACTION

مردود التفاعل الكيميائي هو نسبة الكمية الفعلية للناتج الذي تم الحصول عليها إلى أقصى كمية من هذا الناتج إذا تحولت جميع المتفاعلات إلى نواتج.

$$R\ \% = \frac{\text{الكمية الحقيقية للناتج}}{\text{الكمية الاعظمية}} \times 100$$

تمرين:

ماهي حصيلة المادة للتفاعل التالي ، وكذلك النسبة المئوية للتقدم والتحويل والمردود:

$$2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)} \begin{cases} n_{0,Ag} = 10^{-3}mol \\ n_{0,Cu} = 4.10^{-3}mol \end{cases}$$

كتلة الفضة المتحصل عليها تساوي 0.067 غ

الحل:

معادلة التفاعل	$2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)}$		$\rightarrow Cu^{2+}_{(aq)}$	$+ 2Ag_{(s)}$
t_0	10^{-3}	4.10^{-3}	0	0
t	$10^{-3}-2x$	$4.10^{-3}-x$	x	2x
t max	$10^{-3}-2x_{max}$	$4.10^{-3}-x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

$$n_{Ag} = \frac{m}{M} = \frac{0,067}{107,87} = 6,21.10^{-4}\text{mol} = 2x_{final}$$

$$x_{final} = \frac{6,21.10^{-4}}{2} = 3,11.10^{-4}\text{mol}$$

في الحالة النهائية

$$[\boldsymbol{Ag^{+}}] = 10^{-3} - 6{,}21.10^{-4} = 3{,}79.10^{-4}\text{mol}$$

$$n_{Cu} = 4..10^{-3} - 3{,}11.10^{-4} = 3{,}689\ 10^{-3}\text{mol}$$

$$[Cu^{+2}] = 3{,}11.10^{-4}\text{mol}$$

نسبة التقدم

نبحث اولا عن المتفاعل المحد

1. Ag+:$10^{-3} - 2\text{x}_{\text{max},1} = 0$ =>, $x_{max,1} = \frac{10^{-3}}{2} = 5.10^{-4}\text{mol}$
2. Cu:$4.10^{-3} - \text{x}_{\text{max},2} = 0$ => $x_{max,2} = 4.10^{-3}$ mol

المتفاعل المحدAg+<= $x_{max,1} < x_{max,2}$

$$\boldsymbol{\tau = \frac{x_{final}}{x_{max}} \times 100 = \frac{3{,}11..10^{-4}}{5.10^{-4}} \times 100 = 62{,}1\%}$$

نسبة التحول

1. الفضة

$$\boldsymbol{X_{Ag+}\% = \frac{n_{i,0} - n_i}{n_{i,0}} \times 100 = \frac{10^{-3} - 3{,}79.10^{-4}}{10^{-3}} \times 100 = 62{,}1\%}$$

2. النحاس

$$\boldsymbol{X_{Cu}\% = \frac{n_{i,0} - n_i}{n_{i,0}} \times 100 = \frac{4.10^{-3} - 3{,}689\ 10^{-3}}{4.10^{-3}} \times 100 = 7{,}77\%}$$

مردود التفاعل

$$\boldsymbol{R\ \% = \frac{\text{الحقيقيةالكمية للناتج}}{\text{الكمية الاعظمية}} \times 100 = \frac{6{,}21.10^{-4}}{10^{-3}} = 62{,}1\%}$$