

الجزء الأول :
القياس في الكيمياء

المقادير الفيزيائية المرتبطة
بكمية المادة الدرس 1

الأولى بكالوريا
جميع الشعب العلمية

1- أهمية القياس في الكيمياء :

منذ قيام لافوازييه بتحليل الهواء سنة 1779م ، حدثت تطورات كبيرة في مجال القياس في الكيمياء .

يمكن حصر دوافع القياس في الكيمياء فيما يلي :

- القياس من أجل الإخبار : يسجل الصانع التركيبية الغذائية للمنتوج على العلب لإخبار المستهلك بنوع وكمية (أو تركيز) العناصر المكونة لهذا المنتج .
- القياس من أجل المراقبة والحماية : تتطلب سلامة البيئة وحمايتها ، ومراقبة جودة المواد الغذائية والزراعية ، قياسات عديدة ومتنوعة (التركيز ، pH ، الكثافة ...) .

مثال : بالنسبة للحليب الطري ، يجب أن يتراوح pH بين 6,5 و 6,7 .

بالنسبة للماء الصالح للشرب ، يجب أن لا يتجاوز 50mg.L^{-1} من أيونات النترات NO_3^- و $0,5\mu\text{g.L}^{-1}$ من المبيدات .

- القياس من أجل التصرف : تمكن القياسات المنجزة أثناء تحليل مادة معينة من اختيار المعالجة المناسبة لتصحيح الاختلالات .
- إن تقنيات القياس في الكيمياء متعددة ومتنوعة ، نذكر منها :
 - ❖ قياسات تقريبية وقياسات دقيقة .
 - ❖ قياسات متواصلة وقياسات بأخذ عينة .
 - ❖ قياسات مخربة وقياسات غير مخربة .

2- تحديد كمية مادة جسم صلب أو سائل :

عرّف الكيميائيون وحدة للقياس تسمى المول للتعبير بسهولة عن عدد الدقائق (الذرات – الجزيئات – الأيونات ...) المتواجدة في عينة من المادة .

المول هو كمية المادة لمجموعة تحتوي على عدد أفوكادرو ($6,02 \cdot 10^{23}$) من الدقائق (وهو عدد ذرات الكربون 12 الموجودة في 12g من الكربون $^{12}_6\text{C}$) .

بالنسبة لعينة من مادة ما تحتوي على عدد N من الدقائق ، تكون كمية مادة هذه العينة هي :

$$n(X) = \frac{N}{N_A} \text{ mol} \leftarrow \text{مع } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ ثابتة أفوكادرو .}$$

2-1- كمية المادة والكتلة :

تعرف كمية المادة لعينة كتلتها m مكونة من نوع كيميائي X كتلته المولية $M(X)$ بالعلاقة :

$$n(X) = \frac{m}{M(X)} \text{ mol} \leftarrow \text{g} \rightarrow \text{g.mol}^{-1}$$

الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر .

الكتلة المولية الجزيئية هي مجموع الكتل المولية الذرية للذرات المكونة للجزيئة .

مثال : الكتلة المولية للغليكويز هي :

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6M(\text{C}) + 12M(\text{H}) + 6M(\text{O}) = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180\text{g.mol}^{-1}$$

2-2- كمية المادة والحجم :

2-2-1- الكتلة الحجمية والكثافة :

تساوي **الكتلة الحجمية** ρ لنوع كيميائي ، خارج قسمة كتلة عينة من هذا النوع الكيميائي على الحجم الذي يشغله .

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \begin{matrix} \xrightarrow{kg} \\ \xleftarrow{kg.m^{-3}} \end{matrix}$$

نعرف **الكثافة** d ، بالنسبة للماء ، لجسم صلب أو سائل خارج قسمة الكتلة m لحجم V من هذا الجسم على

$$d = \frac{m}{m_e} = \frac{\rho}{\rho_e} \quad \text{الكتلة } m_e \text{ للحجم نفسه من الماء بالعلاقة :}$$

2-2-2- علاقة كمية المادة بالحجم :

نعرف كمية المادة لنوع كيميائي X ، وذات حجم V وكتلة مولية $M(X)$ وكتلة حجمية ρ وكثافة d ،

$$n(X) = \frac{m}{M(X)} = \frac{\rho.V}{M(X)} = \frac{d.\rho_e.V}{M(X)} \quad \text{بالعلاقة :}$$

2-3- كمية المادة والتركيز المولي :

التركيز المولي C هو خارج قسمة كمية المادة $n(X)$ للمذاب على الحجم V للمحلول .

$$C(X) = \frac{n(X)}{V} \quad \begin{matrix} \xrightarrow{mol} \\ \xleftarrow{mol.L^{-1}} \end{matrix}$$

ملحوظة : نسمي التركيز الكتلي C_m لنوع كيميائي X في محلول نسبة كتلته $m(X)$ على الحجم V

$$C_m(X) = \frac{m(X)}{V} \quad \begin{matrix} \xrightarrow{g} \\ \xleftarrow{g.L^{-1}} \end{matrix}$$

$$\text{إذن :} \quad C(X) = \frac{C_m(X)}{M(X)} \quad \text{و} \quad n(X) = \frac{m}{M(X)} = C(X).V = \frac{C_m.V}{M(X)}$$

3- تحديد كمية مادة جسم غازي :

تتميز حالة غاز بأربعة مقادير فيزيائية عيانية وهي : الضغط P والحجم V ودرجة الحرارة T وكمية المادة n .

3-1- نشاط :

■ نحجز في محقن مرتبط بالممانومتر عينة من الهواء ثم ندفع ببطء المكبس ونسجل القيم التالية .

35	30	25	20	15	$V(mL)$
42,8	50,0	60,0	75,0	100,0	$P(hPa)$
1498	1500	1500	1500	1500	$P.V$

أ- ما الفائدة من دفع أو جر المكبس ببطء ؟

نقوم بالدفع أو الجر ببطء من أجل أن تبقى درجة الحرارة ثابتة .

ب- أتمم ملاء الجدول ثم استنتج العلاقة التي تجمع الضغط بالحجم .

انظر أعلاه ، نلاحظ أن $P.V = Cte$ فكلما انخفض الحجم V ازداد الضغط P .

■ نسخن الهواء المحجوز داخل الحويلة ونسجل القيم التالية .

45	20	15	8	0	-10	$T(^{\circ}C)$
1102	1009	998	974	946	912	$P(hPa)$

ماذا تستنتج ؟

كلما ارتفعت درجة الحرارة T ارتفع الضغط P .

■ عند تسخين الحويلة باليدين ، تتحرك قطرة الزئبق إلى اليمين .

ماذا تستنتج ؟

كلما ارتفعت درجة الحرارة T ارتفع الحجم V .

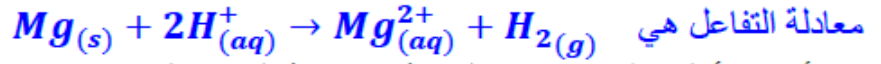




■ نصب كمية من حمض الكبريتيك في حوجلة ، ثم نعلق بالسدادة قطعة من المغنيزيوم . نغلق الحوجلة ثم نحركها ليسقط المغنيزيوم فيبدأ التفاعل ونسجل القيم التالية .

4,8	3,6	2,4	1,2	$m(Mg) \text{ (mg)}$
2,0	1,5	1,0	0,5	$n(H_2) \text{ (mmol)}$
153,0	114,7	76,5	38,2	$P(H_2) \text{ (hPa)}$

أ- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل في الحوجلة .



ب- أتمم ملاً الجدول ثم استنتج العلاقة بين كمية المادة والضغط .

انظر أعلاه ، كلما ارتفعت كمية المادة n ارتفع الضغط P .

2-3- متغيرات الحالة للغاز :

تسمى المقادير الفيزيائية العيانية التي تميز الغاز بمتغيرات الحالة وهي غير مستقلة حيث :

- ❖ كلما انخفض الحجم V ازداد الضغط P ، عندما تبقى كمية المادة ودرجة الحرارة ثابتتين .
- ❖ كلما ارتفعت درجة الحرارة T ارتفع الضغط P ، عندما تبقى كمية المادة والحجم ثابتين .
- ❖ كلما ارتفعت درجة الحرارة T ارتفع الحجم V ، عندما تبقى كمية المادة والضغط ثابتين .
- ❖ كلما ارتفعت كمية المادة n ارتفع الضغط P ، عندما تبقى درجة الحرارة والحجم ثابتين .

3-3- قانون بويل - ماريوت :

عند درجة حرارة ثابتة وبالنسبة لكمية معينة من غاز ، يبقى جداء الضغط P والحجم V الذي يشغله هذا

الغاز ثابتاً . $P.V = Cte$

3-4- درجة الحرارة المطلقة :

توجد الدقائق تحت ضغط منخفض في ارتجاج يسمى الارتجاج الحراري ويرتبط بمقدار ميكروسكوبي ، يطلق عليه اسم درجة الحرارة المطلقة للغاز ، نرمز لها بـ T ووحدتها هي الكلفين K .

في غياب أي ارتجاج (الدقائق في حالة سكون) تكون درجة الحرارة $T=0K$ ، تسمى

الصفر المطلق حيث : $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273,15$.

3-5- معادلة الحالة للغازات الكاملة :

تتصرف جميع الغازات ، تحت ضغط منخفض ، كغاز مثالي يسمى الغاز الكامل .

الغاز الكامل هو الغاز الذي يخضع خضوعاً تاماً لقانون بويل - ماريوت .

معادلة الحالة للغازات الكاملة هي : $P.V = n.R.T$

حيث R ثابتة الغازات الكاملة مع $R = 8,314 \text{ Pa.m}^3.K^{-1}.mol^{-1}$ أو $R = 0,082 \text{ atm.L.K}^{-1}.mol^{-1}$ أو $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.mol^{-1}$

3-6- كمية مادة غاز :

في حالة الغاز الكامل لدينا $P.V = n.R.T$ إذن $n = \frac{P.V}{R.T}$ نضع $V_m = \frac{R.T}{P}$ الحجم المولي

للغاز أي الحجم الذي يشغله مول واحد من هذا الغاز . وبالتالي $n = \frac{V}{V_m}$ $\frac{L}{L.mol^{-1}}$ $\leftarrow mol$

حسب قانون أفوكادرو - أمبير لا يتعلق الحجم المولي ، في نفس الشروط P و T ، بطبيعة الغاز .

قيمة الحجم المولي في الظروف النظامية ($P=1\text{atm}$ و $T=273,15K$) هي $V_m = 22,4L.mol^{-1}$.

قيمة الحجم المولي في الظروف الاعتيادية ($P=1\text{atm}$ و $T=293,15K$) هي $V_m = 24L.mol^{-1}$.

تساوي كثافة غاز ، بالنسبة للهواء ، خارج قسمة الكتلة m لحجم V من هذا الغاز على الكتلة m_a للحجم

نفسه من الهواء وذلك في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط . $d = \frac{m}{m_a} = \frac{M}{29}$