

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 العبوة لإخبار المستهلك بنوع وكتلة (أو تركيز) العناصر المكونة لهذا المنتوج .
- ✚ 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}C) .

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

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

1-2- كمية المادة والكتلة :

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

$$n(X) = \frac{m}{M(X)} \leftarrow \begin{matrix} g \\ g \cdot \text{mol}^{-1} \end{matrix}$$

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 للغليكوز هي :

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

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

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 .

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \begin{array}{l} \text{kg} \\ \text{m}^3 \end{array}$$

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

$$d = \frac{m}{m_e} = \frac{\rho}{\rho_e} \quad \text{بالعلاقة :}$$

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 ،

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

2-3- كمية المادة والتركيز المولي :

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

$$C(X) = \frac{n(X)}{V} \quad \begin{array}{l} \text{mol} \\ \text{L} \end{array}$$

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

$$C_m(X) = \frac{m(X)}{V} \quad \begin{array}{l} \text{g} \\ \text{L} \end{array}$$

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

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 بالمانومتر عينة من الهواء ثم ندفع ببطء المكبس ونسجل القيم التالية .

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

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 $P \cdot V = Cte$ فكلما انخفض الحجم V ازداد الضغط P .

■ نسخن الهواء المحجوز داخل الحوجة ونسجل القيم التالية .

T(°C)	-10	0	8	15	20	45
P(hPa)	912	946	974	998	1009	1102

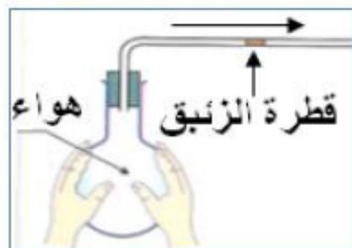
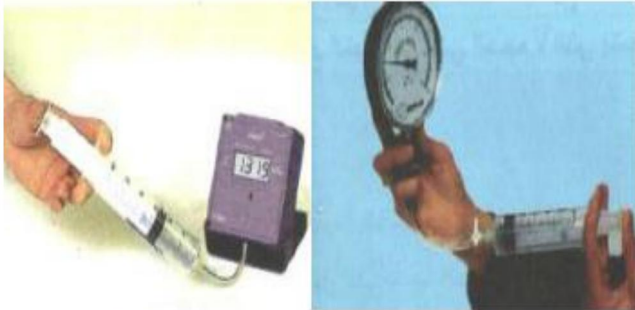
ماذا تستنتج ؟

كلما ارتفعت درجة الحرارة T ارتفع الضغط P .

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

ماذا تستنتج ؟

كلما ارتفعت درجة الحرارة T ارتفع الحجم V .

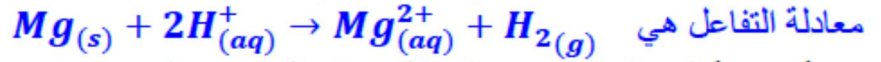




■ نصب كمية من حمض الكبريتيك في حوجلة ، ثم نعلق بالسدادة قطعة من المغنيزيوم . نغلق الحوجلة ثم نحركها ليسقط المغنيزيوم فيبدأ التفاعل ونسجل القيم التالية .

4,8	3,6	2,4	1,2	m(Mg) (mg)
2,0	1,5	1,0	0,5	n(H ₂) (mmol)
153,0	114,7	76,5	38,2	P(H ₂) (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

$$P.V = Cte$$

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 ، نرسم لها بـ T ووحدتها هي الكلفين K .

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

$$T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273,15$$

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 .

$$P.V = n.R.T$$

حيث R ثابتة الغازات الكاملة مع $R = 8,314 Pa.m^3.K^{-1}.mol^{-1}$

$$R = 0,082 atm.L.K^{-1}.mol^{-1} \quad \text{أو} \quad R = 8,314 J.K^{-1}.mol^{-1}$$

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 $n = \frac{V}{V_m}$ $L.mol^{-1}$ ← n ← mol

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

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

قيمة الحجم المولي في الظروف الاعتيادية ($T=293,15K$ و $P=1atm$) 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

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

نفسه من الهواء وذلك في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط .