

### 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 وكمية (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  $50\text{mg.L}^{-1}$  من أيونات النترات  $\text{NO}_3^-$  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  $^{12}\text{C}$  ) .

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

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

### 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 :

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

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

## 2-2-2- كمية المادة والحجم :

### 2-2-2-1 الكتلة الحجمية والكثافة :

تساوي **الكتلة الحجمية**  $\rho$  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

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

### 2-2-2-2 علاقة كمية المادة بالحجم :

نعرف كمية المادة لنوع كيميائي  $X$  ، وذات حجم  $V$  وكتلة مولية  $M(X)$  وكتلة حجمية  $\rho$  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 .

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

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

### 3- تحديد كمية مادة جسم غازي :

تتميز حالة غاز بأربعة مقادير فيزيائية عيانية وهي : **الضغط**  $P$  و**الحجم**  $V$  و**درجة الحرارة**  $T$  و**كمية المادة**  $n$  .

### 3-1- نشاط :

■ نحجز في محقن مرتبط بالماتومتر 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  $P \cdot V = \text{Cte}$  فكلما انخفض الحجم  $V$  ازداد الضغط  $P$  .

■ نسخن الهواء المحجوز داخل الحوجلة 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 الحوجلة باليدين ، تتحرك قطرة الزئبق إلى اليمين .

ماذا تستنتج ؟

كلما ارتفعت درجة الحرارة  $T$  ارتفع الحجم  $V$  .

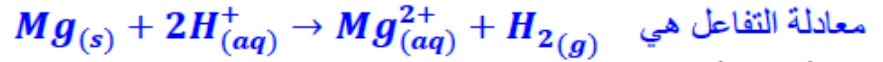




■ نصب كمية من حمض الكبريتيك في حوجلة ، ثم نعلق بالسدادة قطعة من المغنيزيوم . نغلق الحوجلة ثم نحركها ليسقط المغنيزيوم فيبدأ التفاعل ونسجل القيم التالية .

4,8	3,6	2,4	1,2	m(Mg) (mg)
2,0	1,5	1,0	0,5	n(H <sub>2</sub> ) (mmol)
153,0	114,7	76,5	38,2	P(H <sub>2</sub> ) (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  $P$  .

### 3-2- 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

$$P.V = Cte \quad \text{الغاز ثابتا .}$$

### 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

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

### 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 .

$$P.V = n.R.T \quad \text{معادلة الحالة للغازات الكاملة هي :}$$

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

$$n = \frac{V}{V_m} \quad \text{وبالتالي} \quad n = \frac{V}{V_m} \quad \text{حيث} \quad V_m = \frac{R.T}{P}$$

حسب قانون أفوكادرو - أمبير لا يتعلق الحجم المولي ، في نفس الشروط لـ  $T$  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

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