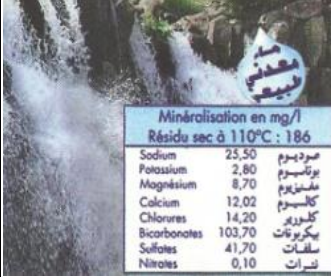


الجزء الأول :
القياس في الكيمياء
الوحدة 1-2
س 4

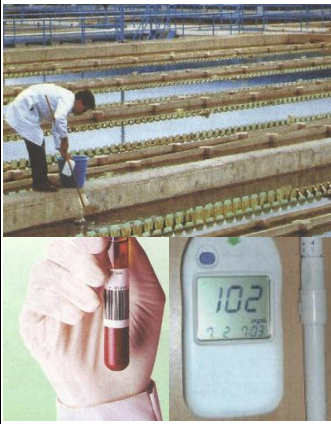
المقايير الفيزيائية المرتبطة بكميات المادة

Les grandeurs physiques liées aux quantités de matière

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
السلام عليكم ورحمة الله وبركاته
الأولى باكالتوريا
الكيمياء



Minéralisation en mg/l	
Résidu sec à 110°C : 186	
Sodium	25,50
Potassium	2,80
Magnésium	8,70
Calcium	12,02
Chlorures	14,20
Bicarbonates	103,70
Sulfates	41,70
Nitrates	0,10



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 التركيبة 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 $^{12}_6\text{C}$) .

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

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

1-2- كمية المادة والكتلة :

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

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

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 للغليكويز هي :

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

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

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 .

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

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 ،

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

2-3- كمية المادة والتركيز المولي :

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

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

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

$$C_m(X) = \frac{m(X)}{V} \quad \begin{matrix} \text{g} \\ \text{L} \end{matrix} \quad \text{للمحلول .}$$

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

3- تحديد كمية مادة جسم غازي :

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

1-3- نشاط :

■ نحجز في محقن مرتبط بالمانومتر 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 **$P \cdot V = Cte$** فكلما **انخفض الحجم** V **ازداد الضغط** P .

■ نسخن الهواء المحجوز داخل الحويلة ونسجل القيم التالية .

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

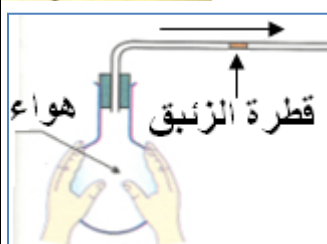
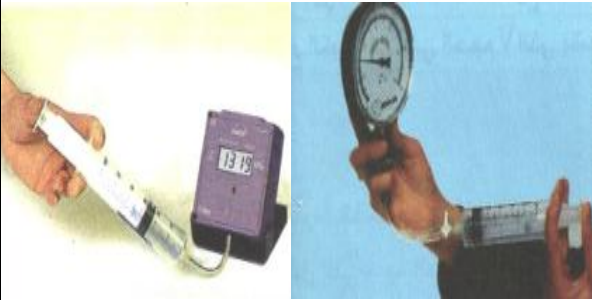
ماذا تستنتج ؟

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 .

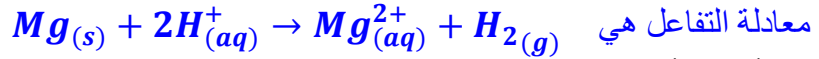




■ نصب كمية من حمض الكبريتيك في حوجلة ، ثم نعلق بالسدادة قطعة من المغنيزيوم . نغلق الحوجلة ثم نحركها ليسقط المغنيزيوم فيبدأ التفاعل ونسجل القيم التالية .

4,8	3,6	2,4	1,2	$m(\text{Mg})$ (mg)
2,0	1,5	1,0	0,5	$n(\text{H}_2)$ (mmol)
153,0	114,7	76,5	38,2	$P(\text{H}_2)$ (hPa)

أ- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل في الحوجلة .



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

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

2-3- متغيرات الحالة لغاز :

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 - ماريوط :

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

الغاز ثابتا $P.V = Cte$

4-3- 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

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

5-3- معادلة الحالة للغازات الكاملة :

تتصرف جميع الغازات ، تحت ضغط منخفض ، كغاز مثالي يسمى الغاز الكامل .
الغاز الكامل هو الغاز الذي يخضع خضوعا تاما لقانون بويل - ماريوط .

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

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

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

6-3- 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 $n = \frac{V}{V_m}$ $L \cdot \text{mol}^{-1}$ ← n ← mol

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 $P=1\text{atm}$) هي $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

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