

قياس كميات المادة: حالة الأجسام الصلبة والسائلة  
Mesure des quantités de matière: cas des solides et liquides

## I - أهمية القياس في الكيمياء

### 1 - القياس من أجل الإخبار

إذا أخذنا لصيقة لماء معدني نجدها تشير إلى التراكيز الكتالية بالوحدة  $\text{mg/L}$  لمختلف أنواع الكيميائية المتواجدة في الماء المعدني.

نجد كذلك في نتائج تحاليل الدم عددا من قياسات التراكيز الكتالية لمراقبة حالة صحة مريض وتنطير القيم العادلة لهذه التراكيز.

إذن فالكيميائي ينجذب في مجالات متنوعة مثل البيئة، الصناعة الغذائية، الصحة... قياسات من أجل الإعلام والحراسة والمراقبة والحماية.

تعريف:

نسمى التركيز الكتالي أو المضمون الكتالي أو العيار الكتالي لنوع كيميائي  $X$  في محلول، نسبة كتلته  $m(X)$  على الحجم  $V$  ، ونرمز له بـ  $C_m(X)$  حيث:

$$C_m(X) = \frac{m(X)}{V}$$

### 2 - قياسات تقريبية وقياسات دقيقة

يمكن استعمال ورق pH كعدة بسيطة للحصول على قيمة تقريبية لـ  $\text{pH}$  محلول ما، لكن لتبعد  $\text{pH}$  في التصنيع الغذائي مثلا يجب استعمال جهاز pH - متر للحصول على قيمة أكثر دقة وفي كل لحظة.

### 3 - القياس المستمر والقياس الظري

لتحليل الهواء يستعمل جهاز مقياس المسافة télémètre الذي يعطي معلومات حول تلوث الهواء في الوقت الحقيقي، أي القياس يكون مستمرا، لكن لمعرفة نسبة الملوثات في الهواء يتم اللجوء إلىأخذ عينات من الهواء وتحليلها في المختبر وهذا قياس ظري.

خلاصة:

تمكن القياسات الكيميائية أو الفيزيائية (pH ، التركيز الكتالي ، الكثافة...) المنجزة خلال التحاليل من القيام بمعالجات لإعادة التوازن المطلوب أي تصحيح القيم الواقعة خارج المعايير المعتمدة.

## II - تحديد كمية مادة جسم صلب أو سائل

### 1 - كمية المادة والكتلة

نأخذ عينة من منتوج A كتلتها  $(A)m$  ، فإن كمية المادة  $n(A)$  الموجودة في هذه العينة تحسب بالعلاقة:

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

$M(A)$  : الكتلة المولية لنوع الكيميائي الذي يكون المنتوج A .

مثال:

نحسب كمية المادة لالغليوكوز  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  الموجودة في كتلة  $2\text{g}$  .

### 2 - كمية المادة والحجم

عينة من منتوج A حجمها  $V$  ، كتلتها الحجمية:

$$m(A) = \rho(A)V(A) \quad \text{لدينا:}$$

$$\text{g.cm}^{-3} \rightarrow \rho(A) = \frac{m(A)}{V(A)} \leftarrow \text{g} \quad \leftarrow \text{cm}^3$$

$$n(A) = \frac{\rho(A).V(A)}{M(A)} \quad \text{لدينا:} \quad n(A) = \frac{m(A)}{M(A)} \quad \text{إذن:}$$

$$d = \frac{m}{m_e}$$

كثافة سائل:

$m$  : الكتلة لحجم  $V$  من السائل؛  
 $m_e$  : الكتلة لنفس الحجم  $V$  من الماء.  
 لدينا:  $m_e = \rho_e \cdot V$  و  $m = \rho \cdot V$

$$d = \frac{m}{m_e} = \frac{\rho}{\rho_e}$$

إذن:

### 3 - كمية المادة والتركيز المولى

يعرف التركيز المولى concentration molaire للنوع A بـ :

$$\text{mol.L}^{-1} \rightarrow C(A) = \frac{n(A)}{V}$$

L mol

$V$  : حجم محلول

أوجد العلاقة بين  $C(A)$  و  $C_m(A)$  :

$$C_m(A) = \frac{n(A) \cdot M(A)}{V} \quad \longleftrightarrow \quad C_m(A) = \frac{m(A)}{V}$$

لدينا:

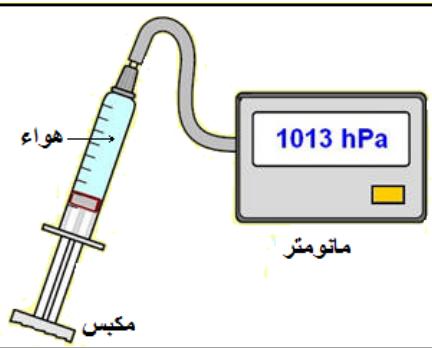
$$\text{g.L}^{-1} \rightarrow C_m(A) = C(A) \cdot M(A)$$

إذن:

$(\text{mol.L}^{-1})$        $(\text{g.mol}^{-1})$

## قياس كميات المادة: حالة المادة الغازية Mesure des quantités de matière: cas de la matière gazeuse

### I- المقاييس المرتبطة بكميات المادة: حالة المادة الغازية



#### 1- نشاط تجاري

نجز في محقق عينة من الهواء كما يبين الشكل جانبه.  
نضغط بلهفة على المكبس، ونسجل قيمة الضغط  $P$  بالنسبة  
لكل حجم  $V$  للغاز فنحصل على النتائج التالية:

0,04	0,05	0,067	0,08	$V(L)$
				$\frac{1}{V}(L^{-1})$
2	1,6	1,2	1	$P(10^5)Pa$

#### استئثار:

- 1 - ما المقاييس الماكروسكوبية التي تصف حالة غاز؟
- 2 - ما فائدة دفع أو جر المكبس ببطء؟
- 3 - ما المقاييس الماكروسكوبية التي تبقى ثابتة خلال هذه التجربة؟
- 4 - مثل بسلم مناسب لتغيرات الضغط  $P$  بدلالة  $\frac{1}{V}$ .
- 5 - ماذا تستنتج؟

(1) المقاييس الماكروسكوبية التي تصف حالة غاز هي: كمية المادة  $n$  ، الحجم  $V$  ، الضغط  $P$  و درجة الحرارة  $T$  .  
تسمى هذه المقاييس متغيرات الحالة للغاز.

(2) عند دفع أو جر المكبس ببطء ينخفض حجم الهواء أو يزداد دون التأثير في درجة الحرارة و كمية المادة.  
(3) المقاييس الماكروسكوبية التي تبقى ثابتة خلال هذه التجربة هي: درجة الحرارة و كمية المادة.

(4) تمثيل المنحنى:  $P = f(\frac{1}{V})$

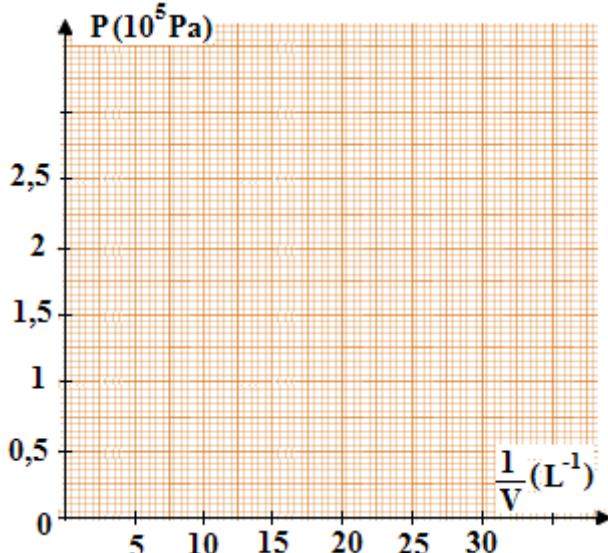
السلم :  $0,5 \cdot 10^5 Pa$        $5 L^{-1}$

المنحنى المحصل عليه خطى يمر من أصل المعلم معادلته:

$$P = a \cdot \frac{1}{V}$$

$a$  : المعامل الموجة.

وبالتالي:  $PV = a$



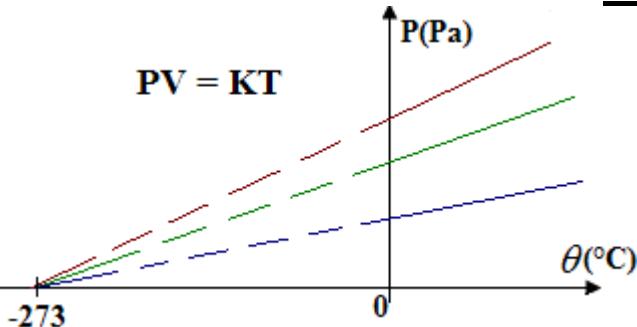
#### 2- نص قانون بوويل - ماريוט

عند درجة حرارة ثابتة يكون بالنسبة لكمية غاز معين جداء الضغط  $P$  والحجم  $V$  الذي يشغله هذا الغاز ثابتا

#### تطبيق:

إذا كان حجم كمية من غاز يساوي  $25\text{cm}^3$  وضغطها يساوي  $1,013 \cdot 10^5 \text{Pa}$  ، فكم يساوي ضغط هذا الغاز إذا تقلص حجمه عند درجة الحرارة ثابتة وأصبح يساوي  $10\text{cm}^3$  .

## II - درجة الحرارة المطلقة:



يعبر عادة عن درجة الحرارة  $\theta$  بالدرجة سيلسيوس ( $^{\circ}\text{C}$ ) ، وهو مقدار جبلي لا يمكن أن ينزل عن قيمة حدية مجاورة لـ  $-273^{\circ}\text{C}$ . هذه القيمة تعتبر حدا أدنى مطلقاً لدرجة الحرارة، فهي إذن أصل سلم مطلقاً لدرجات الحرارة أو سلم كلفين (K) Kelvin.

نعرف درجة الحرارة المطلقة  $T$  والمعبر عنها بالكلفين K بالعلاقة:

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

## III - معادلة الحالة للغازات الكاملة: Equation des gaz parfaits

الغاز الكامل هو نموذج يخضع خصوصاً تماماً لقانون بويل ماريott. يقترب سلوك غاز حقيقي أكثر فأكثر من سلوك هذا النموذج كلما كان ضغطه منخفضاً ودرجة حرارته مرتفعة. ترتبط متغيرات الحالة الأربع (P, V, n, T) فيما بينها بالعلاقة:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Pa      m<sup>3</sup>      mol      K  
 ↑        ↑        ↑        ↑

R : تمثل ثابتة الغاز الكامل قيمتها:  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

1- الحجم المولى: Volume molaire: هو الحجم الذي يشغله مول واحد (1 mol) من غاز عند ضغط ودرجة حرارة معينتين، يرمز له بـ  $V_m$ .

$$V_m = \frac{R \cdot T}{P} \quad \longleftrightarrow \quad PV_m = R \cdot T$$

مثال: عند الشروط الاعتيادية ( $P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ;  $\theta = 20^{\circ}\text{C}$ ) ، نجد  $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  حسب قانون أفوکادرو - أمبير لا يتعلّق الحجم المولى بطبعية الغاز.

2- تحديد كمية المادة بواسطة الحجم المولى:  $V_m$ : حسب تعريف الحجم المولى للغاز، فإن كمية المادة لهذا الغاز ترتبط بحجمه بالعلاقة:

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

mol →      L ←      L · mol<sup>-1</sup>

3- كثافة غاز بالنسبة للهواء: هي خارج الكتلة  $m$  لحجم  $V$  من الغاز على الكتلة  $m_0$  لحجم نفسه من الهواء في نفس الشروط لدرجة الحرارة

$$d = \frac{m}{m_0}$$

والضغط:

لدينا:  $m_0 = \rho_0 \cdot n \cdot V_m$       أو       $m_0 = \rho_0 \cdot V$        $m = n \cdot M$

$$d = \frac{M}{29} \quad \text{إذن:} \quad \rho_0 \cdot V_m = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$