

## كمية المادة

### I السلم الميكروسكوبي:

#### (1) نشاط رقم 1:

نقيس كتلة قطعة صغيرة من الحديد بواسطة ميزان إلكتروني. فحصل على:  $m=112g$ .



قطعة صغيرة من الحديد

(1) حدد مكونات ذرة من الحديد علما أن رمز الذرة كما يلي:  ${}^{56}_{26}Fe$ .

(2) احسب كتلة ذرة الحديد. نعطي في الجدول التالي كتلة كل من الإلكترون ، البروتون والنوترون.

$m_e = 9,11 \times 10^{-31} Kg$	$m_n \approx 1,67 \times 10^{-27} Kg$	$m_p \approx 1,67 \times 10^{-27} Kg$
كتلة الإلكترون	كتلة النوترون	كتلة البروتون

(3) حدد عدد الذرات الموجودة في قطعة الحديد ذات الكتلة  $m$ . ماذا تستنتج.

الإجابة

1- مكونات ذرة من الحديد  ${}^{56}_{26}Fe$ : 26 بروتون ، 30 نوترون و 26 إلكترون.

$$m(Fe) = 26.m_p + 30.m_n + 26.m_e = 93.54 \cdot 10^{-27} Kg$$

$$3 - N = \frac{0,112 Kg}{93,54 \cdot 10^{-27} Kg} \approx 12 \cdot 10^{23}$$

نستنتج أن كتلة صغيرة من الحديد تحتوي على عدد جد كبير من الذرات.

#### (2) نشاط 2:

نعطي في الجدول التالي: كتل بعض الذرات.

H	$m(H) = 0,167 \times 10^{-26} Kg$
C	$m(C) = 1,993 \times 10^{-26} Kg$
O	$m(O) = 2,658 \times 10^{-26} Kg$

السلم الميكروسكوبي  
أي سلم الذرة.

كتل الذرات صغيرة جدا بحيث يصعب التعامل مع هذه القيم نظرا لصغرها البالغ بالنسبة لمقاييسنا العادية، لذلك أصبح من الضروري استعمال السلم الماكروسكوبي يعني التعامل مع مجموعات تتكون من عدد كبير ومعين من الدقائق وأطلق على هذه العينة اسم المول.

#### (3) تعريف المول:

مول من الدقائق هي مجموعة مكونة من  $6,02 \cdot 10^{23}$  دقيقة متشابهة ، ويرمز إليها ب:  $mol$ .

وعدد الدقائق الموجودة في مول واحد يسمى بعدد أفوكادرو ، ويرمز إليه ب:  $N_A$  . ( $N_A = 6,02 \cdot 10^{26} mol^{-1}$ ).

**ملحوظة:**

$$N = \frac{12 \times 10^{-3} Kg}{1,993 \times 10^{-26} Kg} \approx 6,02 \cdot 10^{23}$$

مول من ذرات الكربون هو عدد الذرات الموجودة في 12g الكربون

وبالتالي : مول من الذرات =  $6,02 \cdot 10^{23}$  ذرة.

مول من الإلكترونات =  $6,02 \cdot 10^{23}$  إلكترون.

وبصفة عامة : مول من الدقائق =  $6,02 \cdot 10^{23}$  دقيقة متشابهة.

(4) العلاقة بين كمية المادة وثابتة أفوكادرو :

كمية المادة هي عدد المولات ويرمز لكمية مادة نوع كيميائي  $x$  بالرمز التالي:  $n(x)$  وتربطها بعدد أفوكادرو العلاقة التالية :

$$n(x) = \frac{N}{N_A}$$

$N$  : عدد الدقائق المتشابهة.

ووحدة كمية المادة في النظام العالمي للحدات هي المول  $mol$ .

**ملحوظة:**

بتوظيف مفهوم المول أصبح الكيميائي يتعامل مع عينات معينة من الدقائق بدلا من التعامل مع دقيقة واحدة وبذلك نكون قد انتقلنا من السلم الميكروسكوبي أي سلم الذرة إلى السلم الماكروسكوبي.

### II الانتقال من السلم الميكروسكوبي إلى السلم الماكروسكوبي:

#### 1. الكتلة المولية الذرية:

الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي  $x$  هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر (أي كتلة  $N_A$  ذرة من هذا العنصر) ونرمز لها ب  $M_{(x)}$ .

ووحدها :  $g/mol$ .

أمثلة توضيحية.

$$M_{(H)} = N_A \times m_{(H)} = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1} \times 0,167 \cdot 10^{-23} g = 1g/mol$$

الكتلة المولية الذرية للهيدروجين :

الكتلة المولية الذرية للكربون :  $M_{(C)} = N_A \times m_{(C)} = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 1,993.10^{-23} \text{ g} = 12 \text{ g / mol}$   
 الكتلة المولية الذرية للأكسجين :  $M_{(O)} = N_A \times m_{(O)} = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 2,658.10^{-23} \text{ Kg} = 16 \text{ g / mol}$   
 أصبحنا في السلم الماكروسكوبي نتكلم عن الكتل المولية الذرية بدلا من كتل الذرات.

السلم الماكروسكوبي

الذرة	الكتلة المولية الذرية
H	$M(H) = 1 \text{ g / mol}$
C	$M(C) = 12 \text{ g / mol}$
O	$M(O) = 16 \text{ g / mol}$

## 2. الكتلة المولية الجزيئية:

الكتلة المولية الجزيئية لجسم خالص هي كتلة مول واحد من جزيئات هذا الجسم و تساوي مجموع الكتل المولية الذرية لجميع الذرات المكونة لجزيئة الجسم.

**أمثلة: (مثال 1)** أعط الكتلة المولية الجزيئية للماء علما أن صيغة جزيئته تكتب كما يلي:  $H_2O$ .

نعطي الكتل المولية الذرية لكل من الهيدروجين والأكسجين.  $M_{(H)} = 1 \text{ g / mol}$  و  $M_{(O)} = 16 \text{ g / mol}$

.....إجابة.....

$$M_{(H_2O)} = M_{(O)} + 2.M_{(H)} = 16 \text{ g / mol} + 2 \times (1 \text{ g / mol}) = 18 \text{ g / mol}$$

**(مثال 2)** أعط الكتلة المولية الجزيئية للميثان علما أن صيغة جزيئته تكتب كما يلي:  $CH_4$ .

نعطي الكتل المولية الذرية لكل من الهيدروجين والكربون.  $M_{(H)} = 1 \text{ g / mol}$  و  $M_{(C)} = 12 \text{ g / mol}$

.....إجابة.....

**(مثال 3)** أعط الكتلة المولية الجزيئية للحمض الكبريتيك علما أن صيغة جزيئته تكتب كما يلي:  $H_2SO_4$ .

نعطي الكتل المولية الذرية لكل من الهيدروجين والأكسجين والكبريت.  $M_{(H)} = 1 \text{ g / mol}$  و  $M_{(O)} = 16 \text{ g / mol}$  ،  $M_{(S)} = 32 \text{ g / mol}$

.....إجابة.....

$$M_{(H_2SO_4)} = 2M_{(H)} + M_{(S)} + 4M_{(O)} = 2.(1 \text{ g / mol}) + 32 \text{ g / mol} + 4.(16 \text{ g / mol}) = 98 \text{ g / mol}$$

## III. العلاقة بين كمية المادة و الكتلة:

نعتبر جسما مكونا من نوع كيميائي x ، كمية المادة الموجودة في كتلة m(x) من هذا الجسم تعطى العلاقة التالية :

$m(x)$  : كتلة الجسم (x) ب: g

$M(x)$  : الكتلة المولية للجسم (x) ب: mol / L

$N_A$  : عدد أفوكادرو. ب:  $\text{mol}^{-1}$

**مثال:** أوجد كمية المادة الموجودة في 3g من الكربون. نعطي:  $M_{(C)} = 12 \text{ g / mol}$

$$n = \frac{m(x)}{M(x)} = \frac{3 \text{ g}}{12 \text{ g / mol}} = 0,25 \text{ mol}$$

## IV. العلاقة بين كمية المادة و الحجم المولي :

### (1) الحجم المولي للغازات:

#### (أ) فرضية أفوكادرو :

تحتوي حجوم متساوية لغازات مختلفة ، في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط على نفس العدد من مولات الجزيئات.

#### (ب) قانون أفوكادرو أمبير:

يشغل مول واحد من الجزيئات الغازية نفس الحجم في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط يرمز إليه ب:  $V_m$  ويسمى بالحجم المولي. ويعبر عنه ب  $L.mol^{-1}$ .

#### (ج) الحجم المولي -الشروط النظامية:

الحجم المولي النظامي هو الحجم الذي يشغله مول واحد من جزيئات الغاز في الشروط النظامية و يساوي  $V_m = 22.4 \text{ L/mol}$

في الشروط النظامية : - الضغط  $P = 1 \text{ atm}$  . - درجة الحرارة :  $T = 0^\circ \text{ C}$

#### (2) العلاقة بين كمية المادة وحجم الغاز والحجم المولي.

كمية المادة الموجودة في حجم معين من غاز تساوي خارج قسمة حجمه على حجمه المولي.

$V(x)$  : حجم الغاز x ب: (L)

$V_M$  : الحجم المولي ب: L/mol

$n(x)$  : كمية مادة الغاز x

$$n(x) = \frac{V(x)}{V_M}$$

#### ملحوظة : كثافة غاز بالنسبة للهواء:

كثافة غاز بالنسبة للهواء هي النسبة بين كتلة حجم معين V من غاز و كتلة نفس الحجم V من الهواء (يؤخذ الغاز و الهواء في نفس الشروط لدرجة الحرارة و الضغط).

$$d = \frac{m_{\text{gaz}}}{m_{\text{air}}}$$

في الشروط النظامية: الحجم المولي النظامي  $V_m=22.4Lmol^{-1}$  و الكتلة الحجمية للهواء في الشروط النظامية تساوي  $\rho = 1,293g / L$  و بالتالي

فكتلة مول واحد من الهواء في الشروط النظامية هي  $M_{air}=\rho \cdot V_m=1.293 \times 22.4=29g \cdot mol^{-1}$

$$d = \frac{M_{gaz}}{M_{air}} = \frac{M_{gaz}}{29}$$

## V العلاقة بين كمية المادة و متغيرات الحالة لغاز :

(1) إبراز متغيرات الحالة لغاز :

(أ) أنشطة :

النشاط 3 : عملية نفخ حوق عجلة سيارة

النشاط 2 : تجربة تسخين الغشاء المطاطي (نفخة)

النشاط 1: تجربة المحقنة



في التجربة الأولى يتناقص حجم الغاز المحصور في المحقنة كلما ازداد الضغط.  
في التجربة الثانية يتزايد حجم الغاز المحصور في الغشاء كلما ارتفعت درجة الحرارة.  
في التجربة الثالثة كلما تزايدت كمية مادة الهواء المحصور في حوق العجلة كلما ازداد ضغط الهواء داخل الحوق.

(ب) استنتاج :

تستعمل متغيرات الحالة لغاز لتمييز حالة الغاز وهي الضغط  $P$  ودرجة الحرارة  $T$  والحجم  $V$  وكمية المادة  $n$ .

## (2) قانون بويل ماريوط :

(أ) تجربة :

- نملأ المحقنة ب 10ml من الهواء و نسد فوهتها بإحكام.
- نعلق في مكبس المحقنة على التوالي كتلا مختلفة و ندون في جدول حجم الهواء في المحقنة.

2,5	2	1,5	1	0,5	P
1,6	2	2,6	4	8	V(m <sup>3</sup> )
4	4	3,9	4	4	P.V

نلاحظ أنه عندما يزداد الضغط يتناقص حجم الغاز و العكس صحيح.



## (ب) نص قانون بويل ماريوط :

عند درجة حرارة ثابتة، جداء قيم الضغط  $P$  و الحجم  $V$  لنفس كمية مادة غاز يبقى ثابتا.

$$p \cdot V = C^{te}$$

ملحوظة 1 :

- تتعلق الثابتة بدرجة الحرارة، كلما تغيرت درجة الحرارة تغيرت قيمة  $P.V$ .
- قانون بويل ماريوط لا يتحقق إلا بالنسبة للضغوط المنخفضة.

## (3) معادلة الحالة للغازات الكاملة :

العلاقة التي تربط كمية المادة و متغيرات الحالة لغاز تسمى بمعادلة الحالة للغازات الكاملة وتكتب كما يلي :

$P$  : ضغط الغاز ب : (Pa)

$V$  : حجم الغاز ب : (m<sup>3</sup>)

$n$  : كمية مادة الغاز ب : (mol)

$R = 8,314 J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$  : ثابتة الغازات الكاملة .

$T$  : درجة الحرارة المطلقة (°K)

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

العلاقة بين درجة الحرارة المنوية ودرجة الحرارة المطلقة :

$\theta$  : درجة الحرارة المنوية (°C)

$T$  : درجة الحرارة المطلقة و وحدتها الكلفين (°K)

$$T = \theta + 273,15$$