

## كمية المادة

### I - وحدة كمية المادة : المول

#### 1 - تعريف بالمول

##### النشاط 1

مسمار من الحديد يتكون من نظير الحديد  $^{56}_{26}Fe$  ، كتلته 112g .

1 - أحسب عدد الذرات الموجودة في هذا المسمار إذا اعتبرنا أن كتلة نوية تساوي تقريبا  $1,67.10^{-27} kg$  وكتلة الإلكترونات  $m_e = 9,1.10^{-31} kg$  .

\* حساب كتلة ذرة واحدة من نظير الحديد

$$M_{atome}(Fe) = M_{nucl} + M_{elec} \\ = 93,54.10^{-27} kg$$

\* عدد ذرات نظير الحديد الموجودة في المسمار :

$$N = \frac{0,112}{93,54.10^{-27}} = 1,198.10^{24}$$

2 - يلاحظ أن مسمار كتلته 112g يحتوي على عدد كبير من ذرات نظير الحديد  $^{56}_{26}Fe$  فمن الصعب

استعمال هذا العدد الميكروسكوبي في العمليات الحسابية ، لهذا قرر العلماء الكيميائيون التعامل مع مجموعة عيانية ( ميكروسكوبية ) تتكون من عدد محدود وكبير من الذرات (

الجزئيات ، الأيونات والإلكترونات أو دقائق أخرى أو مجموعة نوعية من هذه الدقائق ) كوحدة كمية المادة سميت **بالمول** . وتم تعريف وحدة كمية المادة : المول على الشكل التالي :

" **المول هو كمية المادة لمجموعة تحتوي على عدد من المكونات الأساسية يساوي عدد الذرات الموجودة في 0,012kg من الكربون  $^{12}_6C$  )**

#### 2 - ثابتة أفوكادرو

أ - أحسب عدد الذرات الموجودة في 0,012kg من الكربون 12 ، إذا علمت أن

$$m(C) = 1,993.10^{-23} g$$

$$\frac{12,0}{1,993.10^{-23}} = 6,022.10^{23}$$

هذا العدد يسمى **بعدد أفوكادرو**

ونطلق اسم **ثابتة أفوكادرو** على المقدار :  $N_A = 6,022.10^{23} mol^{-1}$  أي أن كمية المادة الموجودة في مادة

معينة تحتوي على عدد N من المكونات الأساسية هي  $n = \frac{N}{N_A}$

ب - استنتج كمية مادة الحديد الموجودة في المسمار .

$$n(Fe) = \frac{1,198.10^{24}}{6,022.10^{23}} \cong 2 mol$$

#### النشاط 2

أحسب عدد ذرات النحاس المتواجدة في مول واحد من النحاس .

أحسب عدد جزئيات الماء المتواجدة في مول واحد من الماء .

أحسب عدد الجزئيات السكروز  $C_{12}H_{12}O_{11}$  المتواجدة في مول واحد من السكروز .

أحسب عدد الأيونات  $Cl^-$  المتواجدة في محلول كلورور الصوديوم

نستنتج أن :

رمز العنصر الكيميائي يمثل مولا واحدا من هذا العنصر

صيغة الجزئية تمثل مولا واحدا من جزئيات الجسم الخالص .

$Cl^-$  تمثل مولا واحدا من أيونات الكلورور

### II - الكتلة المولية الذرية

**تعريف:** الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر ونرمز لها ب

$M(X)$  ونعبر عنها ب  $g / mol$  و X رمز العنصر الكيميائي

**مثال ( النشاط 3 )**

تمثل عينات المواد التالية مولا واحدا من كل مادة :  $32,0g$  من الكبريت S و  $108g$  من فلز الفضة Ag .

1 - بين أن هذه العينتان تضما نفس عدد الأنواع الكيميائية . أعط قيمة هذا العدد .  
عندنا  $M(S) = m(s) \cdot N_A$  و  $M(Ag) = m(Ag) \cdot N_A$  مما يبين أن العينتان تضمان نفس العدد وهو  $N_A$  بحيث أن  $m(S)$  كتلة ذرة واحدة من الكبريت

2 - أحسب كتلة مول واحد من ذرات الكبريت وكتلة مول واحد من ذرات الفضة .  
كتلة مول واحد من ذرات الكبريت هي  $32,0g$   
كتلة مول واحد من ذرات الكبريت هي  $M(S)$   
إذن  $M(s) = 32,0g/mol$  والتي تمثل الكتلة المولية الذرية للكبريت.

### مثال 2

نعتبر العنصر الكيميائي النحاس Cu في الحالة الطبيعية يتكون أساسا من نظيرين  $^{63}Cu$  و  $^{65}Cu$  وفارتهما النظرية على التوالي هي :  $69,1\%$  و  $30,8\%$  .

أحسب الكتلة المولية الذرية لعنصر النحاس في الحالة الطبيعية .

نعلم أن الكتلة المولية لعنصر كيميائي تساوي تقريبا عدد الكتلة A  
إذن  $^{63}Cu$   $M( ) = 63g/mol$  و  $^{65}Cu$   $M( ) = 65g/mol$  إذن فكتلة مول واحد من ذرات النحاس في الحالة

الطبيعية هي  $M = 0,691 \times M(^{63}Cu) + 0,308 \times M(^{65}Cu) \cong 63,5g/mol$

### III - الكتلة المولية الجزيئية

#### 1 - تعريف

نسمي الكتلة المولية الجزيئية لجسم خالص ما ، كتلة مول واحد من جزيئات هذا الجسم ونعبر عنها ب  $g/mol$  أو  $Kg/mol$

#### 2 - كيفية حساب الكتلة المولية الجزيئية

أحسب الكتلة المولية للجزيئات التالية :

الجزيئات	الكتل المولية الجزيئية (g/mol)
ثنائي الأوكسيجين $O_2$	
ثنائي الأزوت $N_2$	
الميثان $CH_4$	
الساكاروز $C_{12}H_{22}O_{11}$	
حمض الكبريتيك $H_2SO_4$	

#### أحسب الكتلة المولية للمركبات الأيونية

الصيغة الإجمالية للمركبات الأيونية	
كلورور الصوديوم Na Cl	
أوكسيد الألومينيوم $Al_2O_3$	
هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$	

### VI - الحجم المولي لغاز

#### 1 - تعريف :

الحجم المولي لغاز هو الحجم الذي تشغله كمية مادة تساوي مولا واحدا من هذا الغاز .

#### 2 - قانون أفوكادرو أمبير

#### النشاط 5

قارورتان A و B من نفس الحجم  $V_A = V_B$  . تحتوي القارورة A على غاز ثاني أوكسيد الكربون والقارورة B على غاز ثنائي الأوكسيجين . كتلة غاز ثنائي أوكسيد الكربون في القارورة A هي

$m_A = 2,6g$  وكتلة غاز ثنائي الأوكسيجين في القارورة B هي  $m_B = 1,9g$  .

ما هي كمية مادة الغاز في كل قارورة ؟ نعطي  $M(O) = 16g/mol$  و  $M(C) = 12g/mol$

نعلم أن مول واحد من غاز ثنائي أوكسيد الكربون كتلته  $M(CO_2) = 44g$

إذن كمية مادة غاز ثنائي أوكسيد الكربون كتلته  $m_A=2,6g$  هي  $n(CO_2) = \frac{m_A}{M(CO_2)} = 0,06 mol$

نفس الشيء بالنسبة لكمية مادة غاز الأوكسيجين  $n(O_2) = \frac{m_B}{M(O_2)} = 0,06 mol$

نستنتج  $n(CO_2) = n(O_2)$  أي نفس عدد الجزيئات في كل قارورة

تعمم هذه النتيجة على كل الغازات

**في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط ، تحتوي حجوم متساوية لغازات مختلفة على نفس كمية المادة ( أو نفس عدد مولات الجزيئات )**

**\* قانون أفوكادرو - أمبير**

يشغل مول الجزيئات نفس الحجم في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط ، কিفما كانت طبيعة الغاز .

في نفس الشروط 1 mol من غاز الأوكسيجين يشغل حجما  $v_m(O_2)$

1 mol من غاز ثنائي الهيدروجين حجما  $v_m(H_2)$

حسب قانون أفوكادرو - أمبير  $v_m(O_2) = v_m(H_2) = Cte$

3 - الشروط النظامية والحجم المولي النظامي

الضغط النظامي:  $p_0 = 1 atm$

درجة الحرارة النظامية  $T_0 = 273,15 K$  أي  $t = 0^\circ C$  درجة الجليد المنصهر .

هذه الشروط تسمى بالشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط .

تعريف بالحجم المولي النظامي: نسمي الحجم المولي النظامي الحجم الذي يشغله مولا واحدا من

جزيئات الغاز في الشروط النظامية . ويساوي  $V_m = 22,4 l / mol$

**4 - تعين كثافة غاز بالنسبة للهواء**

نعرف كثافة غاز بالنسبة للهواء بالعلاقة التالية :  $d = \frac{m}{m'}$

$m$  كتلة حجم من الغاز

$m'$  كتلة الحجم نفسه من الهواء

في الشروط النظامية : الحجم المولي النظامي  $V_m = 22,4 l / mol$  والكتلة الحجمية للهواء في الشروط

المظامية تساوي  $1,293 g / l$

نحسب كتلة مول واحد من الهواء هي  $M' = \rho \cdot V_0 = 1,293 \times 22,4 = 29 g / mol$

ومنه نستنتج كثافة غاز بالنسبة للهواء  $d = \frac{M}{29}$

$M$  الكتلة المولية للغاز .

**مثال : أحسب كثافة غاز ثنائي أوكسيد الكربون .**

**7 - كمية المادة**

**1 - العلاقة بين كمية المادة والكتلة**

عينة كتلتها  $m$  تتكون من نفس النوع  $X$  ( ذرات ، جزيئات الخ .. ) كتلته المولية  $M(X)$  عدد مولات النوع  $X$  في هذه العينة هو  $n(X)$  بحيث أن المقادير 1 ،  $M(X)$  ،  $m(X)$  ،  $n(X)$  تتناسب فيما بينها :

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \text{ أي أن } \frac{n(X)}{1} = \frac{m(X)}{M(X)}$$

**2 - كمية المادة والحجم المولي**

نعلم أن مول واحد من غاز حجمه  $V_m$  إذن عدد المولات  $n$  في حجم  $v$  من هذا الغاز هي  $n = \frac{v}{V_m}$

**ملحوظة:** نأخذ  $v$  و  $V_m$  في نفس شروط درجة الحرارة والضغط.