

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

$$1,67.10^{-27} \text{ kg} \text{ وكتلة الإلكترونات } m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg} .$$

* حساب كتلة ذرة واحدة من نظير الحديد

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

* 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 عا نية (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 ($^{12}_6C$)

2 - ثابتة أفوكادرو

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

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

$$\frac{12,0}{1,993.10^{-23}} = 6,022.10^{23} \text{ هذا العدد يسمى بعدد أفوكادرو}$$

ونطلق اسم **ثابتة أفوكادرو** على المقدار : $N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 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 .

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

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

$M(X)$ وتعبّر 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 .

- 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
- 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 $^{63}_{29}Cu$ و $^{65}_{29}Cu$ 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 $M(^{63}_{29}Cu) = 63g/mol$ و $M(^{65}_{29}Cu) = 65g/mol$ إذن فكتلة مول واحد من ذرات النحاس في الحالة الطبيعية هي $M = 0,691 \times M(^{63}Cu) + 0,308 \times M(^{65}Cu) \approx 63,5g/mol$

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 $C_{12}H_{12}O_{11}$	
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

- فارورتان 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 $M(CO_2) = 44g$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m_A}{M(\text{CO}_2)} = 0,06 \text{ mol} \text{ هي } m_A = 2,6 \text{ g} \text{ كتلته اوكسيد الكربون غاز ثنائي}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m_B}{M(\text{O}_2)} = 0,06 \text{ mol} \text{ نفس الشيء بالنسبة لكمية مادة غاز الأوكسيجين}$$

نستنتج $n(\text{CO}_2) = n(\text{O}_2)$ 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 $v_m(\text{O}_2)$

1 mol من غاز ثنائي الهيدروجين حجما $v_m(\text{H}_2)$

حسب قانون أفوكادرو - أمبير $v_m(\text{O}_2) = v_m(\text{H}_2) = \text{Cte}$

3 - الشروط النظامية والحجم المولي النظامي

الضغط النظامي: $p_0 = 1 \text{ atm}$

درجة الحرارة النظامية $T_0 = 273,15 \text{ K}$ أي $t = 0^\circ \text{C}$ 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 $V_m = 22,4 \text{ l / mol}$

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 $V_m = 22,4 \text{ l / mol}$ والكتلة الحجمية للهواء في الشروط

المظامية تساوي $1,293 \text{ g / l}$

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

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.