Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

بسم الله الرحمن الرحيم
السلام عليكم ورحمة الله وبركاته
الجذع المشترك
الكيمياء

المول - كمية المادة

la mole– quantité de matière

المحور الثالث : تحولات المادة
الوحدة 7
6 س

1- المول :

1-1- نشاط :

لتحديد عدد ذرات الحديد $^{56}_{26}Fe$ المتواجدة في مسمار من حديد ، نقيس كتلته بواسطة ميزان إلكتروني . نعتبر المسمار مكونا فقط من ذرات الحديد $^{56}_{26}Fe$.

نعطي: كتلة النويات هي $m_p = m_n = 1,67.10^{-27}kg$.

أ- احسب كتلة ذرة واحدة من الحديد $^{56}_{26}Fe$.

بما أن كتلة الذرة **متمركزة في نواتها** فإن الكتلة التقريبية لذرة الحديد هي $m(^{56}_{26}Fe) \approx A.m_p = 56 \times 1,67.10^{-27} = 9,35.10^{-26}kg$.

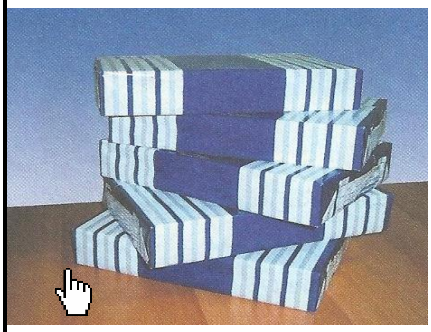
ب- استنتج N عدد ذرات الحديد $^{56}_{26}Fe$ المتواجدة في المسمار .

لدينا عدد ذرات الحديد $^{56}_{26}Fe$ المتواجدة في المسمار ذي الكتلة $m = 6,3\ g$ هو $N = \frac{m}{m(^{56}_{26}Fe)} = \frac{6,3}{9,35.10^{-23}} = 6,7.10^{22}$.

ج- إذا كان بالإمكان تَعداد ذرة واحدة كل ثانية ، حدد المدة الزمنية اللازمة لتَعداد عدد ذرات الحديد $^{56}_{26}Fe$ المتواجدة في المسمار . ماذا تستنتج ؟

لدينا $\Delta t = 6,7.10^{22}\ s$ أي $\Delta t = \frac{6,7.10^{22}}{365 \times 24 \times 3600} = 2,1246.10^{15}ans$.

فنستنتج **استحالة تَعداد هذه الذرات** .



د- نعتبر مجموعة من الرزم الورقية التي تحتوي كل واحدة منها على 500 ورقة (انظر جانبه) . احسب عدد الأوراق الموجودة في هذه العينة . ماذا تقترح لحساب عدد ذرات الحديد $^{56}_{26}Fe$ المتواجدة في المسمار السابق ؟

لدينا **خمسة رزم ورقية** في هذه العينة وبالتالي عدد الأوراق الموجودة في هذه العينة هو $N = 5 \times 500 = 2500$. نلاحظ أن عد هذا العدد من الأوراق تم **بسهولة** عند تجزيء هذا العدد إلى **مجموعات متساوية** ، فنقترح اختيار مجموعة تحتوي على عدد لا يتغير من الذرات يسمى **المول** .

1-2- المول :

1-2-1- عدد أفوكادرو :

نأخذ عينة من **الكربون** $^{12}_{6}C$ كتلتها $m = 12,00\ g$ و**كتلة ذرة واحدة من الكربون** $^{12}_{6}C$ هي $m(^{12}_{6}C) = 1,992662.10^{-23}g$. تحتوي هذه العينة على ذرة كربون $^{12}_{6}C$ حيث $\mathcal{N} = \frac{m}{m(^{12}_{6}C)} = \frac{12,0010^{-3}}{12 \times 1,67.10^{-27}} = 6,02.10^{23}$ إذن العدد $\mathcal{N} = 6,02.10^{23}$ نسميه **عدد أفوكادرو** .

1-2-2- تعريف :

المول هو **كمية المادة لمجموعة تحتوي على عدد من الدقائق** (**ذرات – جزيئات – أيونات – إلكترونات** ...) يساوي عدد الذرات الموجودة في $12g$ من الكربون $^{12}_{6}C$ أي **عدد أفوكادرو** من الدقائق .

1-2-3- ثابتة أفوكادرو :

ثابتة أفوكادرو $\mathcal{N}_A$ تعبر عن عدد الدقائق في **مول واحد** حيث : $\mathcal{N}_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$.

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

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

$$n(X) = \frac{N}{\mathcal{N}_A} \rightarrow mol$$

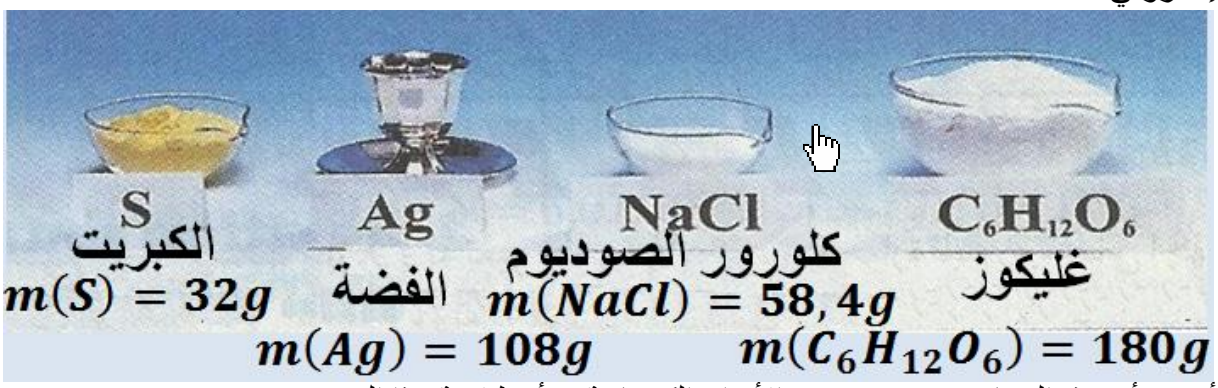
تطبيـــق
أ- احسب كمية مادة الحديد المتواجدة في المسمار السابق . هل العدد المحصل عليه يدخل في نطاق السلم المعتاد استعماله (السلم الماكروسكوبي) ؟ ب- احسب عدد جزيئات الماء المتواجدة في مول واحد من الماء .
أ- لدينا $n(Fe) = \frac{N}{\mathcal{N}_A} = \frac{6,7.10^{22}}{6,02.10^{23}} = 0,11\ mol$ وهذا العدد يدخل في السلم الماكروسكوبي . ب- لدينا $n(H_2O) = \frac{N}{\mathcal{N}_A}$ إذن عدد جزيئات الماء هو $N = n(H_2O).\mathcal{N}_A = 6,02.10^{23}$.

ملحوظة : يمثل رمز الدقيقة مولا واحدا من هذه الدقيقة .

2- الكتلة المولية :

2-1- نشاط :

تمثل عينات المواد المتواجدة في الشكل أسفله **مولا واحدا من كل مادة** ، تم قياس كتلها بواسطة ميزان إلكتروني .



أ- بين أن هذه العينات تضم نفس عدد الأنواع الكيميائية . وأعط قيمة هذا العدد .

لدينا $n(S) = n(Ag) = n(NaCl) = n(C_6H_{12}O_6) = 1\ mol$

أي $\frac{N(S)}{\mathcal{N}_A} = \frac{N(Ag)}{\mathcal{N}_A} = \frac{N(NaCl)}{\mathcal{N}_A} = \frac{N(C_6H_{12}O_6)}{\mathcal{N}_A} = 1\ mol$

إذن $N(S) = N(Ag) = N(NaCl) = N(C_6H_{12}O_6) = \mathcal{N} = 6,02.10^{23}$.

ب- عين قيمة (S) **كتلة مول واحدة من ذرات الكبريت** ، و $M(Ag)$ **كتلة مول واحدة من ذرات الفضة** . يسمى هذا المقدار **الكتلة المولية الذرية** . ثم قارنها مع القيمة الموجودة في الجدول الدوري .

لدينا كتلة مول واحد من ذرات الكبريت هي $m(S) = 32g$ إذن $M(S) = 32g.mol^{-1}$.

لدينا كتلة مول واحد من ذرات الفضة هي $(Ag) = 108\ g$ إذن $M(Ag) = 108\ g.mol^{-1}$.

ونلاحظ أن هذه القيمة مساوية تقريبا للقيم الموجودة في الجدول الدوري .

ج- عين قيمة $M(NaCl)$ **كتلة مول واحدة من كلورور الصوديوم** ، و $M(C_6H_{12}O_6)$ **كتلة مول واحدة من جزيئات الغليكوز** . يسمى هذا المقدار **الكتلة المولية الجزيئية** .

لدينا كتلة مول واحد من كلورور الصوديوم هي $m(NaCl) = 58,4\ g$

إذن $M(NaCl) = 58,4\ g.mol^{-1}$.

لدينا كتلة مول واحد من الغليكوز هي $m(C_6H_{12}O_6) = 180\ g$

إذن $M(C_6H_{12}O_6) = 180\ g.mol^{-1}$.

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

د- استخرج من الجدول الدوري للعناصر الكيميائية ، الكتل المولية الذرية المكونة لجزيئات كلورور الصوديوم وجزيئات الغليكوز ، ثم قارن $M(NaCl)$ مع $M(Na)+M(Cl)$ وقارن $M(C_6H_{12}O_6)$ مع $6.M(C)+12.M(H)+6.M(O)$. ماذا تستنتج ؟

لدينا $M(H)=1g.mol^{-1}$ و $M(C)=12g.mol^{-1}$ و $M(O)=16g.mol^{-1}$ و $M(Na)=23g.mol^{-1}$ و $M(Cl)=35,5g.mol^{-1}$.

لدينا $M(Na)+M(Cl)=23+35,5=58,g.mol^{-1}$ فنلاحظ أن $M(NaCl)=M(Na)+M(Cl)$.

لدينا $6.M(C)+12.M(H)+6.M(O)=6\times12+12\times1+6\times16=180g.mol^{-1}$ فنلاحظ أن $M(C_6H_{12}O_6)=6.M(C)+12.M(H)+6.M(O)$.

فنستنتج أن الكتلة المولية الجزيئية تساوي مجموع الكتل المولية الذرية للذرات المكونة لها .

2-2- الكتلة المولية الذرية :

الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي هي **كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر** . ويرمز لها بـ $M(X)$. ويعبر عنها بالوحدة $kg.mol^{-1}$ وعمليا بالوحدة $g.mol^{-1}$.

العنصر الكيميائي	الكتلة المولية الذرية بـ $g.mol^{-1}$
الهيدروجين	$M(H)=1,0$
الكربون	$M(C)=12,0$
الأزوت	$M(N)=14,0$
الأوكسجين	$M(O)=16,0$
الفلور	$M(F)=19,0$
المغنيزيوم	$M(Mg)=24,3$
الألومينيوم	$M(Al)=27,0$
السيليسيوم	$M(Si)=28,1$
الفوسفور	$M(P)=31,0$
الحديد	$M(Fe)=55,8$

ملحوظة : حساب الكتلة المولية الذرية

نعتبر العنصر الكيميائي النحاس Cu . في الحالة الطبيعية يتكون ، أساسا من النظيرين $^{63}_{29}Cu$ و $^{65}_{29}Cu$ ، وفارتهما على التوالي : $69,1\%$ و $30,8\%$.

كتلة مول واحد من ذرات $^{63}_{29}Cu$: $M_1\approx A_1=63g.mol^{-1}$.

كتلة مول واحد من ذرات $^{65}_{29}Cu$: $M_2\approx A_2=65g.mol^{-1}$.

إذن كتلة مول واحد من ذرات النحاس في الحالة الطبيعية هي :

$$M(Cu)=0,691\times M_1+0,308\times M_2=63,5g.mol^{-1}$$

2-3- الكتلة المولية الجزيئية :

الكتلة المولية الجزيئية لجسم خالص هي **كتلة مول واحد من جزيئات هذا الجسم** ، وتساوي **مجموع الكتل المولية الذرية للذرات المكونة للجزيئة** . ويعبر عنها بالوحدة $g.mol^{-1}$.

2-4- العلاقة بين الكتلة وكمية المادة :

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

$$n(X)=\frac{m(X)}{M(X)} \quad \begin{matrix}\rightarrow g\\ \rightarrow g.mol^{-1}\end{matrix} \quad \rightarrow mol$$

مثال :

كمية مادة الحديد الموجودة في المسمار السابق هي $n(Fe)=\frac{m}{M(Fe)}=\frac{6,3}{55,8}=0,11\,mol$.

3- تحديد كمية مادة جسم غازي:

3-1- الحجم المولي :

الحجم المولي V_m **لغاز** هو **الحجم الذي يشغله مول واحد من هذا الغاز** في ظروف تجريبية معينة لدرجة الحرارة والضغط . يعبر عنه بالوحدة $m^3.mol^{-1}$ وعمليا بالوحدة $L.mol^{-1}$.

3-2- العلاقة بين الحجم وكمية المادة :

تعرف **كمية المادة** (X) لعينة من غاز حجمها $V(X)$ مكونة من نوع كيميائي X ، موجودة في ظروف تجريبية معينة لدرجة الحرارة والضغط ، بالعلاقة :

$$n=\frac{V(X)}{V_m} \quad \begin{matrix}\rightarrow L\\ \rightarrow L.mol^{-1}\end{matrix} \quad \rightarrow mol$$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

3-3- قانون أفوكادرو – أمبير :

3-3-1-نشاط :

نعطي في الجدول أسفله قيم m كتلة الحجم $V = 0,533\ L$ لبعض الغازات في نفس الظروف التجريبية لدرجة الحرارة والضغط .

صيغة جزيئة الغاز	O_2	C_2H_4	CH_4	H_2
كتلته $m(g)$	0,665	0,577	0,330	0,042
الكتلة المولية الجزيئية $M(g.mol^{-1})$	32	28	16	2
كمية المادة $n(X) = \frac{m}{M}$ (mol)	0,021	0,021	0,021	0,021
الحجم المولي $V_m = \frac{V}{n}$ $(L.mol^{-1})$	25,38	25,38	25,38	25,38

أ- أتمم الجدول أعلاه .

انظر أعلاه .

ب- قارن قيم كمية مادة الغازات المدروسة ثم قيم حجمها المولي .

نلاحظ أن **نفس كمية المادة** $n(X) = 0,021\ mol$ لمختلف الغازات **تشغل نفس الحجم المولي** $V_m = 25,38\ L.mol^{-1}$ في **نفس الظروف التجريبية** لدرجة الحرارة والضغط .

3-3-2-نص قانون أفوكادرو – أمبير :

في نفس الظروف التجريبية لدرجة الحرارة والضغط ، يشغل مول واحد من الأنواع الكيميائية في الحالة الغازية نفس الحجم المولي كيف ما كانت طبيعة الغاز .

ملحوظة :

- قيمة الحجم المولي في الظروف النظامية ($\theta = 0°C$ و $P = 1atm = 101325Pa$) هي $V_m = 22,4\ L.mol^{-1}$.
- قيمة الحجم المولي في الظروف الاعتيادية ($\theta = 20°C$ و $P = 1atm = 101325Pa$) هي $V_m = 24,0\ L.mol^{-1}$.

3-4- كثافة غاز :

تُعرَّف **كثافة غاز** ، بالنسبة للهواء ، بأنها خارج قسمة الكتلة m لحجم V من هذا الغاز على الكتلة m_a للحجم نفسه من الهواء ، شريطة أن يؤخذ الغاز والهواء في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط .

$$d = \frac{m}{m_a} = \frac{M}{M_a}$$

ملحوظة :

في الظروف النظامية ، يكون الحجم المولي هو $V_m = 22,4\ L.mol^{-1}$ و الكتلة الحجمية للهواء هو $\rho_a = 1,293\ g.L^{-1}$ وبالتالي الكتلة المولية للهواء هي

$$M_a = \rho_a . V_m = 1,293 \times 22,4 = 29\ g.mol^{-1}$$

إذن ، يعبر عن كثافة الغاز في الظروف النظامية بالعلاقة : $d = \frac{M}{29}$.

4- معادلات الحالة للغازات الكاملة :

4-1- متغيرات الحالة للغاز :

تتميز حالة غاز بأربعة **مقادير فيزيائية عيانية** وهي : **الضغط P والحجم V ودرجة الحرارة T وكمية المادة n** . وتسمى هذه المتغيرات **بمتغيرات الحالة** .

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

4-1-1-نشاط :

■ نحجز في محقن مرتبط بالمانومتر عينة من الهواء لا تتغير كميتها ، ثم ندفع ببطء المكبس ونسجل القيم التالية .

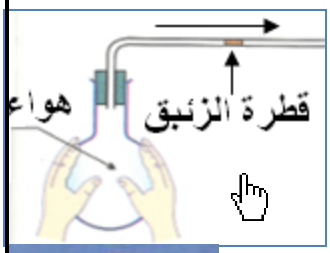
V(mL)	15	20	25	30	35
P(hPa)	100,0	75,0	60,0	50,0	42,8
P.V	1500	1500	1500	1500	1498

أ- ما الفائدة من دفع أو جر المكبس ببطء ؟

نقوم بالدفع أو الجر ببطء من أجل أن تبقى درجة الحرارة ثابتة .

ب- أتمم ملأ الجدول ثم استنتج العلاقة التي تجمع الضغط بالحجم .

انظر أعلاه ، نلاحظ أن $P.V = Cte$ فكلما **انخفض الحجم V ازداد الضغط P** .



■ عند تسخين الحوجلة باليدين ، تتحرك قطرة الزئبق إلى اليمين . حيث كمية الهواء المحبوس في الحوجلة لا تتغير ويبقى الضغط داخلها ثابتا .

ماذا تستنتج ؟

كلما **ارتفعت درجة الحرارة T ارتفع الحجم V** .

■ نسخن الهواء المحجوز داخل الحوجلة ونسجل القيم التالية .

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

ماذا تستنتج ؟

كلما **ارتفعت درجة الحرارة T ارتفع الضغط P** .

4-1-2-خلاصة :

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 .

4-2- قانون بويل – ماريوط :

عند درجة حرارة ثابتة وبالنسبة لكمية معينة من غاز ، **يبقى جداء الضغط P والحجم V الذي يشغله هذا الغاز ثابتا** . $P.V = Cte$. تتعلق الثابتة بدرجة الحرارة وبكمية المادة والوحدات المختارة .

4-3- نموذج الغاز الكامل :

الغاز الكامل هو **غاز نموذجي يخضع خضوعا تاما لقانون بويل – ماريوط** وقانون أفوكادرو – أمبير . و**تجريبيا** ، يتحقق ذلك بتطبيق **ضغط منخفض** على الغاز $(P \leq 10^6 Pa)$ وتبقى درجة حرارته بعيدة عن **درجة حرارة إسالته** .

4-4- معادلة الحالة للغازات الكاملة :

بينت التجارب أن متغيرات الحالة لغاز مرتبطة فيما بينها بالعلاقة التالية : $P.V = n.R.T$.

والتي تسمى **معادلة الحالة للغازات الكاملة** حيث R **ثابتة الغازات الكاملة** مع

$R = 8,314\ Pa.m^3.K^{-1}.mol^{-1}$ أو $R = 8,314\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ أو

$R = 0,082\ atm.L.K^{-1}.mol^{-1}$

4-5- درجة الحرارة المطلقة :

درجة الحرارة المطلقة T يعبر عنها بالوحدة **الكلفين** K . حيث : $T(K) = \theta(°C) + 273,15$.

تسمى درجة الحرارة $T = 0K$ **بالصفر المطلق** .