

المول - كمية المادة

La mole - Quantité de matière

I- المول،

1- تعريف،

احسب عدد ذرات النحاس ^{63}Cu المتواجدة في صفيحة من النحاس ^{63}Cu كتلتها $m = 92\text{ g}$ ، إذا علمت أن كتلة ذرة واحدة للنحاس ^{63}Cu هي $m_{\text{Cu}} = 10,5 \cdot 10^{-23}\text{ g}$

الحل

عدد ذرات النحاس في الصفيحة يساوي

$$N = \frac{m}{m_{\text{Cu}}} = \frac{92\text{ g}}{10,5 \cdot 10^{-23}\text{ g}} \approx 8,76 \cdot 10^{23}$$

وهو عدد كبير جدا.

لذلك على مستوى المقاييس المستعملة في الحياة اليومية (السلم الماكروسكوبي **macroscopique**) من غير المناسب التعامل بدقة واحدة بل تم التفكير في اختيار عينة تحتوي على عدد لا يتغير من الدقائق أُطلق عليها اسم المول (mol) كوحدة لكمية المادة (n)

تعريف: المول هو كمية المادة التي تضم عددا من الدقائق (ذرات، جزيئات، أيونات، إلكترونات، ...) يساوي عدد الذرات الموجودة في 12g من الكربون $^{12}_6\text{C}$.

constante Avogadro

2- ثابتة أفوكادرو

احسب عدد ذرات الكربون ^{12}C المتواجدة في 12g من الكربون ^{12}C . إذا علمت أن كتلة ذرة واحدة للكربون ^{12}C هي $m_c = 1,992662 \cdot 10^{-23}\text{ g}$

$$N = \frac{m}{m_c} = \frac{12}{1,99662 \cdot 10^{-23}} \approx 6,02 \cdot 10^{23}$$

وهو بدون وحدة

يسمى هذا العدد: عدد أفوكادرو

عدد أفوكادرو هو عدد الدقائق الموجودة في مول واحد من المادة.

و نطلق اسم ثابتة أفوكادرو على المقدار $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$.

✓ يحتوي مول واحد من الذرات على $6,02 \cdot 10^{23}$ ذرة.

✓ يحتوي مول واحد من الجزيئات على $6,02 \cdot 10^{23}$ جزيئة.

سؤال، هل صفيحة النحاس المستعملة في النشاط 1 تمثل mol واحد.

II- العلاقة بين كمية المادة و ثابتة أفوكادرو

احسب عدد مولات الذرات التي توجد في صفيحة النحاس السابقة.

$$n(\text{Cu}) = \frac{N}{N_A} = \frac{8,76 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,45\text{ mol} \quad \text{أي} \quad n(\text{Cu}) = \frac{N}{N_A}$$

بصفة عامة يعبر عن كمية المادة $n(X)$ بالعلاقة.

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

III- الكتلة المولية الذرية،

- 1- احسب كتلة مول واحد لكل من الألومنيوم ^{27}Al والزنك ^{65}Zn .
- 2- استنتج.

نعطي:

كتلة ذرة واحدة للألومنيوم ^{27}Al هي $m_{\text{Al}} = 4,485 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

كتلة ذرة واحدة للزنك ^{65}Zn هي $m_{\text{Zn}} = 10,864 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

الحل:

1-

$$M(\text{Al}) = m_{\text{Al}} \cdot N_A = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{Zn}) = m_{\text{Zn}} \cdot N_A = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2- لكل عنصر X كتلة مولية تميزه.

هذه الكتل توافق القيمة المشار إليها في جدول الترتيب الدوري.

تعريف: الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر، ويعبر عنها بالوحدة $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
نرمز للكتلة المولية الذرية لعنصر X بالرمز: $M(X)$.

أمثلة:

$$M(\text{S}) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ الكتلة المولية الذرية للكبريت،}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ الكتلة المولية الذرية للحديد،}$$

ملاحظة: يمثل رمز العنصر مولا واحدا من ذرات هذا العنصر.

$$^{12}\text{C} \text{ ، يمثل } 1 \text{ mol من ذرات الكربون } ^{12}\text{C}.$$

masse molaire moléculaire

IV- الكتلة المولية الجزيئية:

تعريف: الكتلة المولية الجزيئية لجسم خالص هي كتلة نول واحد من جزيئات هذا الجسم، ويعبر عنها بالوحدة $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ،
وتساوي مجموع الكتل المولية الذرية الداخلة في تركيب الجزيئة.

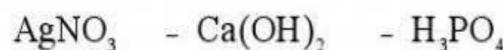
$$\text{أمثلة، } M(\text{NaCl}) = M(\text{Na}) + M(\text{Cl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2M(\text{H}) + M(\text{O}) = 2 + 16 = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ملحوظة: تمثل صيغة الجزيئة مولا واحدا من جزيئات جسم خالص معين.

تمرين:

احسب الكتل المولية للمركبات التالية:



V- العلاقة بين الكتلة و كمية المادة،

كمية المادة n الموجودة في عينة ذات كتلة m من مادة X ذات كتلة مولية $M(X)$ تحددتها العلاقة،

$$n = \frac{m}{m(X)}$$

تطبيق،

احسب عدد مولات الجزيئات التي توجد في 49g من حمض الكبريتيك H_2SO_4
نعطي، $M(H) = 1g.mol^{-1}$ $M(O) = 16g.mol^{-1}$ $M(S) = 32g.mol^{-1}$

VI - الحجم المولي V_m ،

1- تعريف،

الحجم المولي V_m لنوع كيميائي هو الحجم الذي يشغله مول واحد من هذا النوع و يعبر عنه بالوحدة $l.mol^{-1}$.
يتعلق الحجم المولي لغاز بدرجة حرارته و ضغطه.

تطبيق، احسب الحجم المولي للماء السائل، إذا علمت أن الكتلة المولية للماء : $M(H_2O) = 18 g.mol^{-1}$ و $\rho = 1g/cm^3$.

2- الحجم المولي V_m للغازات،

نص قانون أفوكادرو-أمبير: في نفس الظروف لدرجة الحرارة و الضغط يشغل كل مول من جزيئات غاز نفس الحجم
كيف ما كانت طبيعة الغاز.

مثال، عند درجة الحرارة $t = 20^\circ C$ و تحت ضغط $P = 1atm = 1,013.10^5 Pa$ يساوي الحجم المولي بالنسبة لكل الغازات،

$$V_m = 24l.mol^{-1}$$

الحجم المولي العظمي: هو الحجم الذي يشغله مول واحد من جزيئات الغاز في الشروط النظامية لدرجة الحرارة و
الضغط ($P = 1atm = 1,013.10^5 Pa$; $t = 0^\circ C$) قيمته $V_m = 22,4l.mol^{-1}$.

تطبيق،

1- احسب كمية المادة الموجودة في عينة من ثنائي الهيدروجين غازي حجمه $V = 4l$ عند $0^\circ C$ و تحت
ضغط $1,013.10^5 Pa$.

2- احسب، في الشروط النظامية لدرجة الحرارة و الضغط، حجم.

✓ $0,5mol$ من غاز النيون.

✓ $3mol$ من غاز الميثان.

VII - كثافة غاز بالنسبة للهواء.

تُعرَّف كثافة غاز بالنسبة إلى الهواء بأنها النسبة بين m كتلة حجم معين V من الغاز إلى m' كتلة نفس الحجم V من

الهواء، شريطة أن يؤخذ الغاز و الهواء في نفس الشروط لدرجة الحرارة و الضغط، $d = \frac{m}{m'}$.

حالة خاصة: في الشروط النظامية، الحجم المولي V_0 لغاز هو $V_0 = V_m = 22,4l.mol^{-1}$ و الكتلة الحجمية للهواء
تساوي $\rho = 1,293g/l$.

نستنتج أن كتلة مول واحد من الهواء هي $V_m \cdot \rho = 29g/mol$

$$d = \frac{M}{V_m \cdot \rho} = \frac{M}{29}$$

إذن