

# Les calculs avec les moles

PowerPoint 5.2

## La masse molaire comme facteur de conversion

La masse molaire d'une particule donnée, X, nous permet de calculer la masse d'un certain nombre de moles de X, et vice versa – le nombre de moles de X dans une certaine masse de X.

On peut calculer ces valeurs avec l'égalité suivante,

$$(masse molaire de X) \text{ g} = 1 \text{ mole de X}$$

qu'on peut utiliser comme facteur de conversion pour calculer soit la masse ou le nombre de moles (et donc le nombre de particules).

$$\frac{1 \text{ mole de X}}{(masse molaire de X) \text{ g}} = \frac{(masse molaire de X) \text{ g}}{1 \text{ mole de X}}$$

## Les calculs avec la masse molaire

**Question** – Quelle est la masse de 3,25 mol de  $\text{CO}_2$ ?

Réponse – 1 mol de  $\text{CO}_2 = (12,0 \text{ g}) + 2(16,0 \text{ g}) = 44,0 \text{ g}$

$$\text{masse de } \text{CO}_2 = (3,25 \text{ mol}) \left( \frac{44,0 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \right) = \boxed{143 \text{ g}}$$

**Question** – Quelle est la masse de  $1,36 \times 10^{-3}$  mol de  $\text{SO}_3$ ?

Réponse – 1 mol de  $\text{SO}_3 = (32,1 \text{ g}) + 3(16,0 \text{ g}) = 80,1 \text{ g}$

$$\text{masse de } \text{SO}_3 = (1,36 \times 10^{-3} \text{ mol}) \left( \frac{80,1 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \right) = \boxed{0,109 \text{ g}}$$

**Question** – Quelle est la masse de  $3,0 \times 10^{-1}$  mol de  $\text{NaOH}$ ?

Réponse – 1 mol de  $\text{NaOH} = (23,0 \text{ g}) + (16,0 \text{ g}) + (1,0) = 40,0 \text{ g}$

$$\text{masse de } \text{NaOH} = (3,0 \times 10^{-1} \text{ mol}) \left( \frac{40,0 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \right) = \boxed{12 \text{ g}}$$

## Les calculs avec la masse molaire

**Question** – Combien de moles de  $\text{N}_2$  dans 50,0 g de  $\text{N}_2$ ?

Réponse – 1 mol de  $\text{N}_2 = 2(14,0 \text{ g}) = 28,0 \text{ g}$

$$\text{moles de } \text{N}_2 = (50,0 \text{ g}) \left( \frac{1 \text{ mol}}{28,0 \text{ g}} \right) = \boxed{1,79 \text{ mol}}$$

**Question** – Combien de moles de  $\text{CH}_3\text{OH}$  dans 0,25 g de  $\text{CH}_3\text{OH}$ ?

Réponse – 1 mol de  $\text{CH}_3\text{OH} = 32,0 \text{ g}$

$$\text{moles de } \text{CH}_3\text{OH} = (0,25 \text{ g}) \left( \frac{1 \text{ mol}}{32,0 \text{ g}} \right) = \boxed{7,8 \times 10^{-3} \text{ mol}}$$

## Calculer la masse molaire

Les unités de masse molaire sont  $\frac{g}{mol}$

On peut, donc, calculer la masse molaire d'une substance en divisant une masse connue par un nombre de moles connu pour une substance donnée.

Ex. – un échantillon de 0,250 mol d'une protéine a une masse de 10,0 g, donc sa masse molaire peut être calculée comme ceci,

$$\begin{aligned} \text{masse molaire} &= \frac{\text{masse en g}}{\text{nombre de moles}} \\ &= \frac{10,0 \text{ g}}{0,250 \text{ mol}} \\ &= 40,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

## Le volume molaire d'un gaz

Le volume molaire d'un gaz est le volume occupé par une mole d'un gaz.

Parce que le volume d'un gaz dépend sur la température et la pression, on définit la

« température et pression normales », ou TPN

$$T = 0 \text{ °C et } P = 101,235 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$$



On peut reformuler l'hypothèse d'Avogadro pour conclure que

➤ les gaz avec le même nombre de moles à TPN occupent le même volume.

Des expériences ont déterminé que 1 mol d'un gaz à TPN occupe un volume de 22,4 L.

## Le volume molaire d'un gaz

On a, donc, un facteur de conversion qu'on peut utiliser pour des gaz à TPN,

$$\frac{22,4 L}{1 mol} \text{ ou } \frac{1 mol}{22,4 L}$$

**Question** – Combien de moles de gaz se trouvent dans un ballon avec un volume de 10,0 L à TPN?

Réponse –  $mol = (10,0 L) \left( \frac{1 mol}{22,4 L} \right) = 0,446 mol$

**Question** – Quel est le volume occupé par 0,250 mol de CO<sub>2</sub> à TPN?

Réponse –  $volume = (0,250 mol) \left( \frac{22,4 L}{1 mol} \right) = 5,60 L$

## Le calcul du nombre de particules

La mole est l'unité fondamentale pour mesurer la quantité d'une substance dans le sens que ça indique le nombre de particules.

Rappelez-vous qu'une mole exprime une valeur, comme les mots "douzaine" ou "pair",

une douzaine = 12

un pair = 2

$$\text{une mole} = N_A = 6,022\ 140\ 76 \times 10^{23} \approx 6,02 \times 10^{23}$$

On a, donc, un autre facteur de conversion qu'on peut utiliser pour déterminer le nombre de particules ou le nombre de moles présent,

$$\frac{6,02 \times 10^{23} \text{ particules}}{1 mol} \text{ ou } \frac{1 mol}{6,02 \times 10^{23} \text{ particules}}$$

## Le calcul du nombre de particules

**Question** – Combien de molécules est-ce qu'il y a dans 0,125 mol de molécules?

$$\begin{aligned} \text{Réponse } \textit{molécules} &= (0,125 \textit{ mol}) \left( \frac{6,02 \times 10^{23} \textit{ particules}}{1 \textit{ mol}} \right) \\ &= 7,53 \times 10^{22} \textit{ molécules} \end{aligned}$$

**Question** – Combien de moles de N est-ce qu'il y a dans  $5,00 \times 10^{17}$  atomes?

$$\begin{aligned} \text{Réponse } \textit{mol} &= (5,00 \times 10^{17} \textit{ atomes}) \left( \frac{1 \textit{ mol}}{6,02 \times 10^{23} \textit{ atomes}} \right) \\ &= 8,31 \times 10^{-7} \textit{ mol} \end{aligned}$$

**Question** – Combien d'atomes est-ce qu'il y a dans 5 molécules de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ?

$$\begin{aligned} \text{Réponse } \textit{atomes} &= (5 \textit{ molécules}) \left( \frac{21 \textit{ atomes}}{1 \textit{ molécule}} \right) = 105 \textit{ atomes} \end{aligned}$$

## Des questions pratiques

**Question** – Combien de moles de gaz est-ce qu'il y a dans un ballon avec un volume de 17,5 L à TPN?

$$\text{Réponse } \textit{mol} = (17,5 \textit{ L}) \left( \frac{1 \textit{ mol}}{22,4 \textit{ L}} \right) = 0,781 \textit{ mol}$$

**Question** – Quel volume serait occupé par 0,074 mol d'un gaz à TPN?

$$\text{Réponse } \textit{volume} = (0,074 \textit{ mol}) \left( \frac{22,4 \textit{ L}}{1 \textit{ mol}} \right) = 1,7 \textit{ L}$$

**Question** - Combien d'atomes est-ce qu'il y a dans 0,0185 mol d'atomes?

$$\begin{aligned} \text{Réponse } \textit{atomes} &= (0,0185 \textit{ mol}) \left( \frac{6,02 \times 10^{23} \textit{ atomes}}{1 \textit{ mol}} \right) \\ &= 1,11 \times 10^{22} \textit{ atomes} \end{aligned}$$

## Des questions pratiques

**Question** – Combien de mol de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sont dans  $8,75 \times 10^{20}$  molécules de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

Réponse

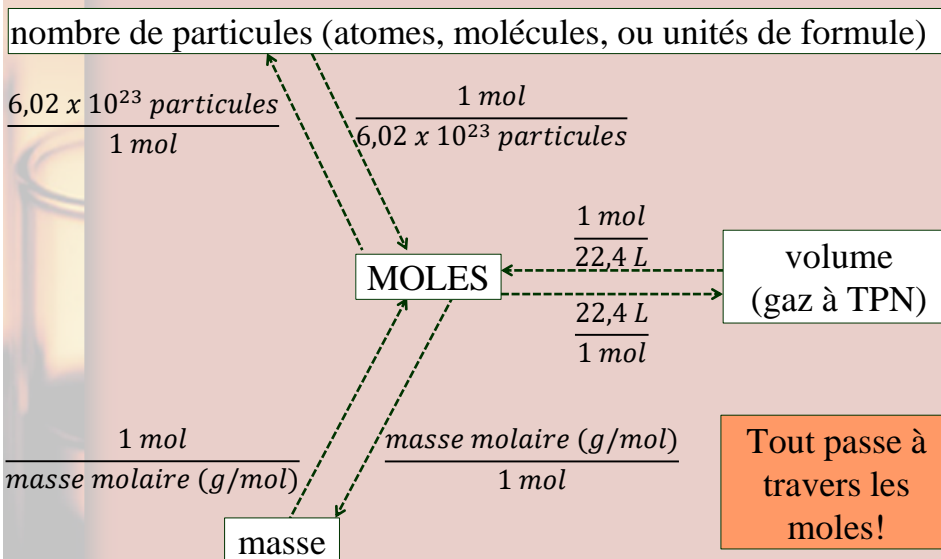
$$\begin{aligned} \text{mol} &= (8,75 \times 10^{20} \text{ molécules}) \left( \frac{1 \text{ mol}}{6,02 \times 10^{23} \text{ molécules}} \right) \\ &= 1,45 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

**Question** – Combien d'atomes de H est-ce qu'il y a dans 30 molécules de  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ?

Réponse

$$\begin{aligned} \text{mol} &= (30 \text{ molécules}) \left( \frac{4 \text{ atomes de H}}{1 \text{ molécule}} \right) \\ &= 120 \text{ atomes de H} \end{aligned}$$

## Convertir entre le nombre de moles, la masse, le volume, et le nombre de particules



## Des calculs avec plusieurs étapes

**Question** – Quel est le volume occupé par 50,0 g de  $\text{NH}_3(\text{g})$  à TPN?

**Réponse**

masse molaire de  $\text{NH}_3 = 17,0 \text{ g/mol}$     masse  $\rightarrow$  mol  $\rightarrow$  volume

$$\begin{aligned} \text{volume} &= (50,0 \text{ g}) \left( \frac{1 \text{ mol}}{17,0 \text{ g}} \right) \left( \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} \right) \\ &= \boxed{65,9 \text{ L}} \end{aligned}$$

**Question** – Quelle est la masse de  $1,00 \times 10^{12}$  atomes de Cl?

**Réponse**

masse molaire de Cl = 35,5 g/mol    atomes  $\rightarrow$  mol  $\rightarrow$  masse

$$\begin{aligned} \text{masse} &= (1,00 \times 10^{12} \text{ atomes}) \left( \frac{1 \text{ mol}}{6,02 \times 10^{23} \text{ particules}} \right) \left( \frac{35,5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \right) \\ &= \boxed{5,90 \times 10^{-11} \text{ g}} \end{aligned}$$

## Des calculs avec plusieurs étapes

**Question** – Combien d'atomes d'oxygène dans 75,0 L de  $\text{SO}_3$  à TPN?

**Réponse**

volume  $\rightarrow$  mol  $\rightarrow$  molécules  $\rightarrow$  atomes d'oxygène

$$\begin{aligned} \text{atomes} &= (75,0 \text{ L}) \left( \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ L}} \right) \left( \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ molécules}}{1 \text{ mol}} \right) \left( \frac{3 \text{ atomes de O}}{1 \text{ molécule}} \right) \\ &= \boxed{6,05 \times 10^{24} \text{ atomes de O}} \end{aligned}$$

## Une question un peu plus compliquée

**Question** – a) O’Keefe a une masse de 190,00 lbs. Si 65% de son corps est de l’eau, combien de molécules d’eau est-ce qu’il y a dans son corps?

b) Combien d’atomes d’hydrogène est-ce qu’il y a dans le corps?

### Réponse

masse molaire de  $\text{H}_2\text{O}$  = 18,0 g/mol

% de la masse → masse d’eau (kg) → masse d’eau (g) → mol → molécules

$$kg \text{ d'eau} = (0.65)(190,00 \text{ lbs}) \left( \frac{0,454 \text{ kg}}{1 \text{ lbs}} \right) = 56,069 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{molécules d'eau} &= (56,069 \text{ kg}) \left( \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) \left( \frac{1 \text{ mol}}{18,0 \text{ g}} \right) \left( \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ molécules}}{1 \text{ mol}} \right) \\ &= 1,8752 \times 10^{27} \text{ molécules} \end{aligned}$$

## L’intégration de la densité

Jusqu’à présent, on a seulement vu les situations avec des gaz à TPN. Mais, si la densité est impliquée dans une question, rappelez-vous que  $\text{densité} = \frac{\text{masse}}{\text{volume}}$

$$d = \frac{m}{V}, m = Vd, V = \frac{m}{d}$$

➤ N’oubliez pas que on ne peut pas utiliser le volume molaire d’un gaz à TPN (22,4 L) lorsqu’on fait des calculs avec des liquide ou des solides.

Si le nombre de moles est inconnu, on peut utiliser la densité pour calculer la masse ( $m = Vd$ ) et ensuite convertir la masse au nombre de moles.

Si la densité d’un gaz à TPN est inconnue, on peut la calculer avec la formule suivante,  $d = \frac{\text{masse molaire}}{\text{volume molaire}}$



## Des calculs avec la densité

**Question** – Quel est le volume occupé par 3,00 mol de ethanol,  $C_2H_5OH$ ? ( $d = 0,790 \text{ g/mL}$ )

Réponse

masse molaire de  $C_2H_5OH = 46,0 \text{ g/mol}$

$$\begin{aligned} \text{volume} &= (3,00 \text{ mol}) \left( \frac{46,0 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \right) \left( \frac{1 \text{ mL}}{0,790 \text{ g}} \right) \\ &= \boxed{175 \text{ mL}} \end{aligned}$$

**Question** – Combien de moles de  $Hg_{(l)}$  sont dans 100mL de  $Hg_{(l)}$ ? ( $d = 13,6 \text{ g/mL}$ )

Réponse

masse molaire de  $Hg = 200,6 \text{ g/mol}$

$$\text{mol} = (100 \text{ mL}) \left( \frac{13,6 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \right) \left( \frac{1 \text{ mol}}{200,6 \text{ g}} \right) = \boxed{6,78 \text{ mol}}$$

## Des calculs avec la densité

**Question** – Quelle est la densité de  $O_{2(g)}$  à TPN?

Réponse

masse molaire de  $O_2 = 32,0 \text{ g/mol}$

$$d = \frac{\text{masse molaire}}{\text{volume molaire}} = \frac{(32,0 \text{ g/mol})}{(22,4 \text{ L/mol})} = \boxed{1,43 \text{ g/L}}$$

**Question** –  $Al_2O_3$  a une densité de 3,97 g/mL. Combien d'atomes de Al sont dans 100 mL de  $Al_2O_3$ ?

Réponse

masse molaire de  $Al_2O_3 = 102,0 \text{ g/mol}$

$$\begin{aligned} \text{atomes} &= (100 \text{ mL}) \left( \frac{3,97 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \right) \left( \frac{1 \text{ mol}}{102,0 \text{ g}} \right) \left( \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ molécules}}{1 \text{ mol}} \right) \left( \frac{2 \text{ atomes de Al}}{1 \text{ molécule}} \right) \\ &= \boxed{4,69 \times 10^{24} \text{ atomes de Al}} \end{aligned}$$

## Une question un peu plus compliquée

**Question** – L'essence est composée de plusieurs molécules, dont une est l'isooctane,  $C_8H_{18}$ .

Disons que l'essence est composée uniquement de l'octane qui a une densité de  $0.692 \text{ g/cm}^3$ . Combien de molécules  $C_8H_{18}$  est-ce qu'il y a dans 1,000 L d'essence?

### Réponse

masse molaire de  $C_8H_{18} = 114,2 \text{ g/mol}$

L  $\rightarrow$  mL  $\rightarrow$  masse d'octane (g)  $\rightarrow$  mol  $\rightarrow$  molécules

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

$$0,692 \text{ g} = 1 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} \text{molécules } C_8H_{18} &= (1000 \text{ mL}) \left( \frac{0,692 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \right) \left( \frac{1 \text{ mol}}{114,2 \text{ g}} \right) \left( \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ molécules}}{1 \text{ mol}} \right) \\ &= 3,648 \times 10^{24} \text{ molécules} \end{aligned}$$

## Récapitulons!

$$\text{la densité} = d = \frac{\text{masse molaire}}{\text{volume molaire}} \quad d = \frac{m}{V}, m = Vd, V = \frac{m}{d}$$

nombre de particules (atomes, molécules, ou unités de formule)

