

## Réalisation de la mole

La mole, symbole mol, est l'unité de quantité de matière du Système international d'unités (SI). Elle est définie au chapitre 2 de la Brochure sur le SI (8<sup>e</sup> édition), section 2.1.1.6, dans les termes suivants :

1. La mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12 ; son symbole est « mol ».
2. Lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules ou des groupements spécifiés de telles particules.

La mole peut être réalisée par un certain nombre de méthodes primaires. Trois exemples sont discutés ci-dessous.

1. Pour un échantillon pur, la quantité de matière  $n$  présente dans l'échantillon peut être mesurée en déterminant la masse  $m$  de l'échantillon et en la divisant par la masse molaire  $M$  au moyen de la relation :

$$n = m / M \quad (1)$$

Si la masse  $m$  est exprimée en grammes et la masse molaire  $M$  en g/mol, on obtient alors la quantité de matière  $n$  en mol. La masse molaire (ou masse par quantité de matière) de n'importe quel composé pur est facile à calculer à partir de la formule chimique de ce composé et en utilisant les valeurs des masses molaires des éléments, publiées dans des tables aisément accessibles. La masse molaire d'un élément de composition isotopique naturelle est obtenue à partir du poids moléculaire (c'est-à-dire de la masse moléculaire relative) multipliée par l'unité g/mol. Les masses molaires de tous les nucléides sont connues et présentées sous forme de tables. Une incertitude-type relative de  $10^{-7}$  ou mieux y est associée ; pour de nombreux éléments elle est inférieure à  $10^{-8}$ . Pour un échantillon naturel d'un élément, il est généralement nécessaire de calculer une moyenne pondérée des masses molaires des différents isotopes en utilisant des tables d'abondance relative. Les valeurs tabulées des poids atomiques sont obtenues de cette manière. Cette méthode de réalisation de la mole est en général la méthode la plus précise dont on dispose, parce que la procédure pour mesurer la masse d'un échantillon est relativement simple et exacte. La mole peut être réalisée facilement au moyen de cette méthode avec une incertitude-type relative inférieure à  $1 \times 10^{-6}$ . Il est cependant important de noter qu'il faut disposer d'un échantillon pur du matériau, ce qui implique d'effectuer une analyse chimique précise de l'échantillon ; ceci constituera souvent la composante majeure dans l'évaluation de l'incertitude.

2. Pour un gaz pur, la quantité de matière peut être déterminée à partir de l'équation d'état du gaz sous la forme :

$$pV = nRT \left[ 1 + B(T) \left( \frac{n}{V} \right) + \dots \right] \quad (2)$$

où  $p$  et  $V$  expriment la pression et le volume,  $T$  la température et  $R$  la constante molaire des gaz. Le terme impliquant le deuxième coefficient du viriel  $B(T)$ , et d'éventuels termes d'ordres plus élevés impliquant le troisième coefficient du viriel, sont de petites corrections. Si l'on exprime ces corrections en termes de pression, elles peuvent être écrites sous la forme :

$$pV = nRT \left[ 1 + B_p(T) p + \dots \right] \quad (3)$$

où  $B_p(T)$  est le deuxième coefficient du viriel en pression. Ceci montre que les termes de correction peuvent être éliminés par une extrapolation à basse pression. Pour de nombreux usages, aux pressions inférieures à une atmosphère, la quantité de matière peut être calculée avec une exactitude suffisante à partir de l'équation idéale des gaz :

$$n = pV / RT \quad (4)$$

Les coefficients du viriel exprimés en unités SI sont publiés dans des tables pour un certain nombre de gaz simples. La constante molaire des gaz  $R$  est connue avec une incertitude-type relative de  $1,7 \times 10^{-6}$  (CODATA 2006) en unité SI ( $\text{Pa m}^3 \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ ), ce qui donne  $n$  en mol. L'incertitude des mesures de  $n$  obtenue de cette manière dépend de celles de  $p$ ,  $V$  et  $T$ , et de la correction pour l'imperfection du gaz. Cette méthode de réalisation de la mole dépend aussi de la pureté de l'échantillon.

3. En électrolyse chimique, la quantité de matière  $n$  libérée à une électrode est proportionnelle à la charge  $Q$  passant par le système, et donc au produit du courant électrique  $I$  multiplié par le temps  $t$  écoulé. La constante de proportionnalité est l'inverse du nombre de charge  $z$  de l'ion libéré multiplié par la constante de Faraday  $F$ , selon la formule :

$$n = Q/zF = It/zF \quad (5)$$

La constante de Faraday  $F$  est connue avec une incertitude-type relative d'environ  $2,5 \times 10^{-8}$  (CODATA 2006) en unité SI (C/mol), ce qui donne  $n$  en mol.

Les critères utilisés pour déterminer si une méthode peut être une méthode primaire sont discutés en détail par Milton et Quinn [*Metrologia*, 2001, **38**, 289-296].

*dernière mise à jour : 10 octobre 2012*