

Comment calculer la masse d'un atome ?

Prenons l'exemple de l'atome d'hélium ${}^4_2\text{He}$:

Cet atome possède 2 protons (donc 2 électrons car un atome est électriquement neutre) et 2 neutrons. La masse de l'atome d'hélium est donc égale à :

$$m_{\text{atome}} = 2 m_{\text{proton}} + 2 m_{\text{électron}} + 2 m_{\text{neutron}}$$

On sait que :

$$m_{\text{proton}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$
$$m_{\text{neutron}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$
$$m_{\text{électron}} = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Ce qui donne : } m_{\text{atome}} &= 2 \times 1,67 \times 10^{-27} + 2 \times 1,67 \times 10^{-27} + 2 \times 9,1 \times 10^{-31} \\ &= 6,682 \times 10^{-27} \text{ kg} \end{aligned}$$

Donc la masse d'un atome d'hélium est d'environ $6,682 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Quelle est la masse d'un atome pour un physicien ?

En physique, comme on travaille souvent avec de toutes petites particules, on utilise une autre unité de masse : l'**unité de masse atomique** notée **u**.

Les physiciens ont décidé que : $1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

La masse d'un atome d'hélium est bien de $6,682 \times 10^{-27} \text{ kg}$, mais le physicien va exprimer cette valeur en **u** :

$$6,682 \times 10^{-27} / 1,66054 \times 10^{-27} = 4,02 \text{ u}$$

Donc la masse d'un atome d'hélium vaut soit $4,02 \text{ u}$ ou soit $6,682 \times 10^{-27} \text{ kg}$ suivant l'unité choisie.

Quelle est la masse d'un atome pour le chimiste ?

Le chimiste mélange des poudres et des liquides dans des flacons pour faire ses expériences. Il ne peut pas travailler avec un, deux ou trois atomes pour faire ces expériences, car les atomes sont beaucoup trop petits pour être manipulés individuellement dans des béchers ou dans des tubes à essais.

Donc le chimiste travaille avec des grands paquets d'atomes identiques appelés **moles**.

Pour mieux comprendre, prenons l'exemple des œufs de poule : quand on va acheter des œufs, on ne peut pas les acheter à l'unité. Il faut les acheter par douzaine.

On pourrait dire que le crémier vend ces œufs par paquets appelés **douzaine**

On peut donc acheter une douzaine d'œufs, ou deux douzaines

Le chimiste fait la même chose avec les atomes : il travaille avec une mole d'atomes de carbone par exemple, ou trois moles et demi, etc ...

Et si dans une douzaine il y a douze éléments, dans une mole il y en a $6,022 \times 10^{23}$... C'est évidemment un nombre énorme, mais ceci est dû à la très petite taille des atomes ou des molécules.

Donc une mole d'atomes de carbone contient $6,022 \times 10^{23}$ atomes de carbone.

De même une mole d'atomes d'hélium contient $6,022 \times 10^{23}$ atomes de d'hélium et une mole de grains de sable contiendrait $6,022 \times 10^{23}$ grains de sable.

On pourrait même imaginer une mole d'œufs, mais toutes les poules du monde ne parviendront jamais à en produire autant : 602 200 000 000 000 000 000 000 000 œufs ... c'est bien évidemment impossible. Pour les atomes c'est possible : dans un verre d'eau il y a environ 7 moles d'atomes d'oxygène et 14 d'atomes d'hydrogène !

Donc le chimiste a besoin de connaître non pas la masse d'un atome d'hélium, mais la masse d'une mole d'atomes d'hélium. Mais comment connaître la masse d'une mole d'atomes d'hélium ?

Très facile : 1 atome d'hélium a une masse de $6,682 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

Donc 2 atomes d'hélium ont une masse de $2 \times 6,682 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

Donc $6,022 \times 10^{23}$ atomes d'hélium ont une masse de $6,022 \times 10^{23} \times 6,682 \times 10^{-27} = 0,0040 \text{ kg} = 4,0 \text{ g}$

La masse d'une mole d'atome d'hélium est donc de 4,0 g. (cette masse ne correspond pas à la masse d'un atome d'hélium, mais à la masse d'une mole de cet atome.)

De même on pourrait s'amuser à calculer la masse d'une mole d'atomes de carbone. On trouverait 12,0 g.

La masse d'une mole d'un atome s'appelle la **masse molaire atomique**. On la note **M**.

Exemple : $M_{\text{He}} = 4,0 \text{ g/mol}$; $M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g/mol}$; $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g/mol}$

Remarque : l'unité « g/mol » signifie « gramme par mole ». Le symbole de mot « mole » s'écrit « mol »