

Calculs sur les quantités de matière : la mole d'atomes

Définitions

- 1) Qu'est-ce qu'une mole d'atomes de soufre ?
- 2) Que représente la masse molaire atomique du soufre ?
- 3) Où trouve-t-on la masse molaire atomique du soufre ? Et des autres éléments chimiques ?
- 4) Que représentent 5,3 mol d'atomes de nickel ?
- 5) Que vaut et comment s'appelle le nombre qui désigne le nombre d'entités présentes dans une mole ?

Calculs de base

- 6) Calculer la masse de 3,0 mol d'atomes de soufre.
- 7) Calculer la masse de 0,125 mol d'atomes de carbone.
- 8) Calculer la masse de 18,3 mol d'atomes de chlore.
- 9) Quelle est la relation générale entre la masse d'un échantillon d'un corps pur (sous forme d'atomes) la quantité de matière qu'il contient, et la masse molaire atomique de l'élément en question ?
- 10) Calculer la quantité de matière de soufre dans $m = 100$ g de soufre ?
- 11) Une pièce d'un centime d'euro pèse 1,1 g. On suppose qu'elle est en cuivre pur (ce qui est une approximation). Quelle quantité de matière d'atomes de cuivre contient-elle ?
- 12) Calculer la masse de $n = 5,076$ mol moles d'atomes d'or.
- 13) Calculer la quantité de matière dans 15 t (tonnes) de fer.

Nombre d'atomes

- 14) On reprend la question 11. Combien y a-t-il d'atomes de cuivre dans une pièce ?
- 15) Calculer la quantité de matière dans 10 g de diamant (le diamant est du carbone pur). Combien d'atomes cela représente-t-il ?
- 16) On a un échantillon de 4,040 kg d'un gaz inconnu. On a réussi à mesurer que cet échantillon contient 200 moles d'atomes de ce gaz. Quelle est la masse molaire atomique de ce gaz. Quel est ce gaz ?
- 17) Une pépite d'or a une masse $m = 1,53$ g. Combien d'atome d'or contient-elle ? (on fait l'hypothèse qu'elle ne contient aucune impureté, c'est-à-dire qu'il s'agit d'or pur).

Avec la masse volumique et la densité

- 18) Le mercure, de symbole Hg, est le seul métal liquide à 20°C. Sa masse volumique est $\rho_{\text{Hg}} = 13\,600$ kg/m³. On a 25,0 mL de mercure pur dans un bécher. Quelle est sa masse ? Quelle quantité de matière cela représente-t-il ? Combien d'atomes de mercure cela fait-il ?
- 19) La masse volumique du plomb est $\rho_{\text{pb}} = 11,2$ g/cm³. Quel est le volume occupé par cinq milliards de milliards d'atomes de plomb ?
- 20) La densité de l'iridium est de 21. Quel est le volume occupé par 3,00 moles d'atomes d'iridium ?

Corrections sur la mole d'atomes

Définitions

- 1) Une mole d'atomes de soufre est un ensemble de 5 fois $6,02 \cdot 10^{23}$ atomes de soufre.
- 2) La masse molaire atomique du soufre est la masse d'une mole d'atomes de soufre.
- 3) La masse molaire atomique du soufre et celle de tous les autres éléments chimiques peut être trouvée dans le tableau périodique des éléments.
- 4) 5,3 moles d'atomes de nickel représentent un ensemble de 5,3 fois $6,02 \cdot 10^{23}$ atomes de nickel.
- 5) Le nombre d'entités présentes dans une mole s'appelle le nombre d'Avogadro, il est noté \mathcal{N}_A et vaut $\mathcal{N}_A = 6,02 \cdot 10^{23}$.

Calculs de base

- 6) $m(S) = \text{masse de } 3,0 \text{ mol d'atomes de soufre} = n(S) \cdot M(S) = 3,0 \cdot 32,1 = 96 \text{ g}$ (2 C.S. car il n'y en a que deux dans $n(S)$).
- 7) $m(C) = \text{masse de } 0,125 \text{ mol d'atomes de carbone} = n(C) \cdot M(C) = 0,125 \cdot 12,0 = 1,50 \text{ g}$ (3 C.S. car 3 dans les deux données).
- 8) $m(Cl) = \text{masse de } 18,3 \text{ mol d'atomes de chlore} = n(Cl) \cdot M(Cl) = 18,3 \cdot 35,5 = 650 \text{ g}$ (3 C.S. car il y en a 3 dans les deux données).
- 9) $m = n \cdot M$. On peut donc en déduire $n = m / M$
- 10) $n(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = 100 / 32,1 = 3,12 \text{ mol}$
- 11) $n(Cu) = \frac{m(Cu)}{M(Cu)} = 1,1 / 63,5 = 1,73 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
- 12) $m(Au) = \text{masse de } 5,076 \text{ mol d'atomes d'or} = n(Au) \cdot M(Au) = 5,076 \cdot 197 = 1,00 \text{ kg}$
- 13) $n(Fe) = \text{quantité de matière de fer dans cet échantillon} = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = 15 \cdot 10^6 / 55,8 = 2,7 \cdot 10^5 \text{ mol}$

Nombre d'atomes

- 14) Le nombre d'atomes présents dans n mol est noté N tel que $N = n \cdot \mathcal{N}_A$ donc dans la pièce de cuivre $N(Cu) = n(Cu) \cdot \mathcal{N}_A = 1,73 \cdot 10^{-2} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,04 \cdot 10^{22}$ atomes.
- 15) $n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = 10 / 12,0 = 0,83 \text{ mol}$ donc $N(C) = n(C) \cdot \mathcal{N}_A = 10 / 12 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 5,02 \cdot 10^{23}$ atomes.
- 16) $M(\text{gaz}) = \text{masse molaire atomique du gaz inconnu} = \frac{m(\text{gaz})}{n(\text{gaz})} = \frac{4040}{200} = 20,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Ce gaz inconnu est du néon.
- 17) $N(Au) = n(Au) \cdot \mathcal{N}_A = \frac{m(Au)}{M(Au)} \cdot \mathcal{N}_A = \frac{1,53}{197} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 4,68 \cdot 10^{21}$ atomes

Avec la masse volumique et la densité

- 18) Par définition de la masse volumique, $\rho = \frac{m}{V}$ donc $m = \rho \cdot V = 13600 \times 25 \cdot 10^{-6} = 0,340 \text{ kg} = 340 \text{ g}$.

La quantité de matière de mercure est donc $n_{\text{Hg}} = \frac{m_{\text{Hg}}}{M(\text{Hg})} = \frac{340}{200,6} = 1,69 \text{ mol}$

Le nombre d'atomes de mercure dans l'échantillon de 25 mL est donc $N_{\text{Hg}} = n_{\text{Hg}} \cdot N_A = 1,69 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,02 \cdot 10^{24}$ atomes

- 19) Soit N_{Pb} le nombre d'atomes de plomb concernés : $N_{\text{Pb}} = 5,0 \cdot 10^{18}$ atomes.
Cela représente une quantité de matière $n_{\text{Pb}} = N_{\text{Pb}} / N_A = 5,0 \cdot 10^{18} / 6,02 \cdot 10^{23} = 8,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$.
La masse de ces cinq milliards de milliards d'atomes de plomb est donc $m_{\text{Pb}} = n_{\text{Pb}} \cdot M(\text{Pb}) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 207,2 = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ g}$
Enfin, le volume occupé par ce plomb est $V = m_{\text{Pb}} / \rho_{\text{Pb}} = 1,7 \cdot 10^{-3} / 11,2 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$ ou $0,15 \text{ mm}^3$ soit beaucoup moins qu'un cube de 1 mm de côté.

- 20) Soit $n(\text{Ir})$ la quantité de matière d'iridium dont il est question : $n(\text{Ir}) = 3,00 \text{ mol}$. La masse de cette quantité de matière est $m(\text{Ir}) = n(\text{Ir}) \cdot M(\text{Ir}) = 3,00 \cdot 192,2 = 577 \text{ g}$. Le volume de l'échantillon est $V(\text{Ir}) = m(\text{Ir}) / \rho(\text{Ir}) = 577 \text{ g} / 21 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 27,5 \text{ cm}^3 = 27,5 \text{ mL}$