

1. B ; 2. B ; 3. A et B ; 4. B ; 5. A et B ; 6. B ; 7. A.

Exercices

Appliquer le cours

p. 91

2 Déterminer la masse d'une molécule (1)

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{O}) + 2 m(\text{H})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = (26,7 + 2 \times 1,67) \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 30,0 \times 10^{-27} \text{ kg.}$$

3 Déterminer la masse d'une molécule (2)

$$m(\text{O}_3) = 3 m(\text{O}) = 3 \times 16 \times 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m(\text{O}_3) = 8,02 \times 10^{-26} \text{ kg.}$$

4 Déterminer un nombre d'entités (1)

$$N = \frac{m}{m(\text{Cu})} = \frac{21,0 \text{ g}}{1,06 \times 10^{-22} \text{ g}}$$

$$N = 1,98 \times 10^{23}.$$

5 Déterminer un nombre d'entités (2)

$$1. m = 180 \text{ g} - 120 \text{ g} = 60 \text{ g}$$

$$N = \frac{m}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{60 \text{ g}}{3,01 \times 10^{-23} \text{ g}}$$

$$N = 1,99 \times 10^{24}.$$

6 Calculer une quantité de matière

$$1. N = \frac{m}{m(\text{Pb})} = \frac{2,5 \text{ g}}{3,44 \times 10^{-22} \text{ g}} = 7,3 \times 10^{21} \text{ atomes de plomb.}$$

$$2. n = \frac{N}{N_A} = \frac{7,3 \times 10^{21}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}$$

$$n = 1,2 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

7 Calculer un nombre de molécules

$$N = n \times N_A = 6,6 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

$$N = 4,0 \times 10^{21}.$$

8 À chacun son rythme

Un chewing-gum à la nicotine

1. $m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2) = 10m(\text{C}) + 14m(\text{H}) + 2m(\text{N})$.

$$m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2) = (10 \times 20,0 + 14 \times 1,67 + 2 \times 23,4) \times 10^{-23} \text{ kg}$$

$$= 270 \times 10^{-23} \text{ kg} = 2,70 \times 10^{-15} \text{ mg.}$$

2. $N = \frac{m}{m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2)}$

$$N = \frac{2 \text{ mg}}{2,70 \times 10^{-15} \text{ mg}} = 7 \times 10^{14}.$$

3. $n(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2) = \frac{N}{N_A} = \frac{7,4 \times 10^{14}}{6,03 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1,2 \times 10^{-9} \text{ mol.}$

9 Histoire des sciences

Définition de la mole

1. Le noyau ^{12}C contient 6 protons et $12 - 6 = 6$ neutrons.2. La masse d'un atome est $m = A \times m_{\text{nucléon}}$.

$$m = 12 \times m_{\text{nucléon}} = 12 \times 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg} = 2,0 \times 10^{-26} \text{ kg.}$$

3. $M = \frac{m}{N_A} = \frac{2,0 \times 10^{-26} \text{ kg}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0,012 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

Cette valeur en grammes correspond au nombre de nucléons dans le noyau.

4. Car la masse d'une mole de nucléon est environ égal à 1 g : $m_{\text{nucléon}} \times N_A = 1,00 \text{ g.}$ **10** Connaître les critères de réussite

Les pluies acides

1. $m(\text{SO}_2) = m(\text{S}) + 2m(\text{O})$

$$m(\text{SO}_2) = (5,37 + 2 \times 2,67) \times 10^{-26} \text{ kg}$$

$$m(\text{SO}_2) = 1,07 \times 10^{-25} \text{ kg.}$$

2. $S = 7,8 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 7,8 \times 10^{-7} \times N_A \text{ particules} \cdot \text{m}^{-3}$

$$= 4,7 \times 10^{13} \text{ particules} \cdot \text{m}^{-3}.$$

$$m(\text{SO}_2) = 1,07 \times 10^{-25} \text{ kg} = 1,07 \times 10^{-16} \text{ mg.}$$

Donc $S = 50 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. La réglementation a donc été respectée en 2017.

11 Exercice à caractère expérimental

Détermination du nombre d'Avogadro

1. a. D'après le document A : il y a 8 atomes aux sommets du cube, 6 atomes au centre des faces et 4 atomes à l'intérieur.

Les atomes aux sommets du cube sont partagés entre 8 cubes voisins. Cela représente donc $\frac{8}{8} = 1$ atome pour le cube considéré.

Les atomes au centre des faces sont partagés entre 2 cubes voisins.

Il y a donc $\frac{6}{2} = 3$ atomes pour le cube considéré.

Il y a donc $1 + 3 + 4 = 8$ atomes dans le cube considéré.

b. $m(\text{Si}) = \frac{M(\text{Si})}{N_A}$.

c. $V = a^3$.

d. $\rho(\text{Si}) = \frac{8m(\text{Si})}{a^3} = \frac{8M(\text{Si})}{(a^3 \times N_A)}$.

2. $\rho(\text{Si}) = \frac{3m}{(4\pi r^3)}$.

3. On a donc : $\frac{8M(\text{Si})}{(a^3 \times N_A)} = \frac{3m}{(4\pi r^3)}$.

$$N_A = 8M(\text{Si}) \times \frac{(4\pi r^3)}{(3m \times a^3)}.$$

N_A s'exprime en fonction des grandeurs mesurées $M(\text{Si})$ par spectrométrie de masse (étape 2), r par interférométrie (étape 5), m à l'aide d'une balance de précision (étape 5), a par interférométrie X (étape 3).

12 La peste de l'étain

1. $m(\text{Sn}) = A_{\text{moyen}} \times m_{\text{nucléon}}$

$$m(\text{Sn}) = 118,7 \times 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1,98 \times 10^{-25} \text{ kg.}$$

2. $n = \frac{m}{m(\text{Sn}) \times N_A}$

$$n = \frac{2,50 \text{ g}}{1,98 \times 10^{-22} \text{ g} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}$$

$$n = 2,09 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

3. Peser le bouton pour déterminer sa masse m . Le plonger dans une éprouvette d'eau pour mesurer son volume V par déplacement d'eau. Calculer $\rho = \frac{m}{V}$.

4. Lors de la retraite de Russie, la température de -12°C a été atteinte, l'étain a changé de structure microscopique. Il est passé en forme α de masse volumique plus petite, une masse donnée occupe un volume plus grand. Les boutons se sont donc désagrégés.

13 Résolution de problème

Le rouge de cochenille

Des pistes de résolution peuvent être fournies par le professeur :

Analyser

• Pour répondre à la question posée il faut déterminer le nombre d'insectes apportant une quantité suffisante de rouge de cochenille $\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_{13}$ pour colorer les bonbons d'un paquet.

Réaliser

• Calculer la masse d'une molécule de rouge de cochenille à partir de sa formule brute $\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_{13}$ et des données.

• En déduire le nombre de molécules de rouge de cochenille contenues dans un bonbon rouge.

• En déduire la quantité de matière correspondante.

Valider

• Conclure sur l'ordre de grandeur trouvé.

1^{re} étape : Bien comprendre la question posée

À quoi est due la coloration d'un bonbon ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

1. Une molécule de cochenille est formée de 12 atomes de carbone, 20 atomes d'hydrogène et 13 atomes d'oxygène.

2. Un bonbon rouge contient 1,6 mg de rouge de cochenille.

3^e étape : Dégager la problématique

Combien d'insectes apportent une quantité suffisante de rouge de cochenille $\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_{13}$ pour colorer un paquet de bonbons ?

4^e étape : Construire la réponse

Calculer la masse d'une molécule de rouge de cochenille.

En déduire le nombre de molécules puis la quantité de rouge de cochenille contenue dans un bonbon.

En déduire le nombre d'insectes correspondant.

5^e étape : Rédiger la réponse en trois paragraphes

• Présenter le contexte et introduire la problématique.

Le colorant rouge des bonbons est constitué de rouge de cochenille. Le rouge de cochenille peut être obtenu à partir d'insectes : les cochenilles. Nous allons calculer combien d'insectes sont nécessaires pour colorer un paquet de 30 bonbons.

• Mettre en forme la réponse.

Calculons N le nombre de molécules de rouge de cochenille dans un bonbon :

$$N = \frac{m}{m(\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_{13})} \text{ avec } m(\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_{13}) = 8,24 \times 10^{-22} \text{ g}$$

$$N = \frac{1,6 \times 10^{-3} \text{ g}}{8,24 \times 10^{-22} \text{ g}} = 1,94 \times 10^{18} \text{ molécules.}$$

Pour un paquet de bonbons, il faut $30 \times N$ molécules soit : $5,82 \times 10^{19}$ molécules.

La quantité de matière correspondante est :

$$n = \frac{5,82 \times 10^{19}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 9,68 \times 10^{-5} \text{ mol.}$$

Le nombre d'insectes nécessaires est de :

$$9,68 \times 10^{-5} \text{ mol} \times \frac{15\,000}{0,03 \text{ mol}} = 48 \text{ insectes.}$$

Exercices

Préparer l'évaluation p. 94

14 DS (20 minutes) Pollution au dioxyde d'azote

1. $m(\text{NO}_2) = 7,68 \times 10^{-26} \text{ kg.}$

2. $m(\text{NO}_2) = 7,68 \times 10^{-17} \mu\text{g.}$

Seuil d'alerte : $S = \frac{400}{7,68 \times 10^{-17}} = 5,21 \times 10^{18} \text{ molécules} \cdot \text{m}^{-3}.$

3. Valeur limite en moyenne annuelle :

$$S' = \frac{40}{7,68 \times 10^{-17}} = 5,21 \times 10^{17} \text{ molécules} \cdot \text{m}^{-3}.$$

Soit $S' = \frac{5,21 \times 10^7}{6,02 \times 10^{23}} = 8,65 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}.$

La valeur limite en moyenne annuelle a été dépassée à Toulouse en 2017 à proximité des axes routiers.

15 DS (20 minutes) Pollution au dioxyde d'azote

Calcul de la masse d'or dans la bague :

$$n = 5,71 \times 10^{-3} \text{ mol d'or}$$

$$m = n \times N_A \times m(\text{Au}) = n \times N_A \times A \times m_{\text{nucléon}}$$

• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

Le nombre d'insectes est relativement élevé vu leur taille.

$$m = 5,71 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg} = 0,00113 \text{ kg} = 1,13 \text{ g.}$$

1 carat est $1/24^e$ du poids total de la bague, ce qui correspond à 0,125 g.

Nombre de carats dans 1,13 g : $\frac{1,13 \text{ g}}{0,125 \text{ g}} = 9.$

C'est donc de l'or 9 carats.

Je m'exprime à l'oral sur p. 94

La mole

1 mole de fer pèse 63,5 g donc le bécher de gauche contient 1 mole de fer.

1 mole de cuivre pèse 55,8 g donc le bécher de droite contient 1 mole de cuivre.

Les deux béchers contiennent donc à peu près le même nombre d'atomes : $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ atomes.

Ne pas négliger de s'entraîner sur les conversions avec les puissances de 10 comme fait en classe !