

I Quantité de matière et masse (§2 du cours)

18. Calculer une quantité de matière

$$n = \frac{m}{M}$$

$$\text{A.N. : } n = \frac{3,0}{131} = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

19. Manipuler les unités

La masse molaire du squalène est :

$$M = 30 \times M(\text{C}) + 50 \times M(\text{H}).$$

$$M = 30 \times 12,0 + 50 \times 1,0 = 410,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$\text{A.N. : } n = \frac{10 \times 10^{-3}}{410} = 2,4 \times 10^{-5} \text{ mol.}$$

20. Calculer une masse molaire moléculaire

La masse molaire moléculaire du carotène est

$$M_{\text{carotène}} = 40 \times M(\text{C}) + 56 \times M(\text{H}).$$

$$\text{A.N. : } M_{\text{carotène}} = 40 \times 12,0 + 56 \times 1,0 = 536,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

21. Comprendre une unité

On calcule la masse de magnésium à peser :

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \times M(\text{Mg}).$$

$$\text{A.N. : } m(\text{Mg}) = 2,5 \times 10^{-3} \times 24,3 = 0,061 \text{ g} = 61 \text{ mg.}$$

En notant $\mu(\text{Mg})$ la masse linéique du ruban de magnésium, on en déduit la longueur de ruban à couper :

$$l = \frac{m(\text{Mg})}{\mu(\text{Mg})}.$$

$$\text{A.N. : } l = \frac{61}{8,0} = 7,6 \text{ cm.}$$

EXERCICES Appliquer le cours

I La mole (§1 du cours)

15. Calculer une quantité de matière

$$\text{a. } n = \frac{N}{N_A}; \text{ A.N. : } n = \frac{(6,02 \times 10^{23})}{(6,02 \times 10^{23})} = 1,00 \text{ mol.}$$

$$\text{b. } n = \frac{N}{N_A}; \text{ A.N. : } n = \frac{(3,01 \times 10^{23})}{(6,02 \times 10^{23})} = 0,500 \text{ mol.}$$

$$\text{c. } n = \frac{N}{N_A}; \text{ A.N. : } n = \frac{(4,1 \times 10^{21})}{(6,02 \times 10^{23})} = 6,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$
$$= 6,8 \text{ mmol.}$$

16. Calculer un nombre d'entités

$$\text{a. } N = n \times N_A; \text{ A.N. : } N = 4,5 \times 6,02 \times 10^{23} = 2,7 \times 10^{24}.$$

$$\text{b. } N = n \times N_A; \text{ A.N. : } N = 4,5 \times 10^{-3} \times 6,02 \times 10^{23}$$
$$= 2,7 \times 10^{21}.$$

$$\text{b. } N = n \times N_A; \text{ A.N. : } N = 4,5 \times 10^{-6} \times 6,02 \times 10^{23}$$
$$= 2,7 \times 10^{18}.$$

17. Calculer avec les puissances de 10

$$\text{a. } m = 500 \text{ mg} = 0,500 \text{ g} = 5,00 \times 10^{-1} \text{ g} ;$$

$$m_a = 3,356 \times 10^{-25} \text{ kg} = 3,356 \times 10^{-22} \text{ g.}$$

$$\text{b. } N = \frac{m}{m_a} = \frac{(5,00 \times 10^{-1})}{(3,356 \times 10^{-22})} = 1,49 \times 10^{21}.$$

I Cas des liquides (§3 du cours)

22. Calculer une quantité de matière de soluté

$$n = c \times V.$$

$$\text{A.N. : } n = 5,0 \times 10^{-2} \times 0,50 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

23. Calculer un volume

$$V = \frac{n}{c} = \frac{(2,0 \times 10^{-4})}{(1,0 \times 10^{-3})} = 0,20 \text{ L.}$$

24. Calculer une concentration molaire

La quantité de matière de paracétamol dissoute est :

$$n = \frac{m}{M}.$$

$$\text{On en déduit } c : c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M}.$$

$$\frac{0,100}{151} = \frac{0,200}{0,200} = 3,31 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

25. Préparer une solution par dissolution

$$m = n_{\text{glucose}} \times M = c \times V \times M.$$

$$\text{A.N. : } m = 2,0 \times 10^{-2} \times 0,2500 \times 180 = 0,90 \text{ g.}$$

26. Préparer une solution par dilution

a. La quantité de matière d'éthanol dans la solution fille est égale à la quantité de matière d'éthanol dans le prélèvement de solution mère : $n = c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$.

On en déduit le volume de solution S_1 à prélever :

$$V_1 = \frac{c_2 \times V_2}{c_1}.$$

$$A.N. : V_1 = \frac{0,50 \times 100}{2,0} = 25 \text{ mL.}$$

b. On prélève 25 mL de solution S_1 avec une pipette jaugée de 25 mL. Ce prélèvement est versé dans une fiole jaugée de 100 mL, puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, avant de boucher et d'agiter.

EXERCICES S'entraîner

28. Dichlore

> COMPÉTENCES : Restituer, réaliser.

a. $M = 1585 \text{ kt} = 1585 \times 10^3 \text{ t} = 1585 \times 10^6 \text{ kg}$
 $= 1585 \times 10^9 \text{ g} = 1,585 \times 10^{12} \text{ g.}$

b. La masse molaire du dichlore est : $M = 2 \times M(\text{Cl})$

A.N. : $M = 2 \times 35,5 = 71,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

c. On en déduit : $n = \frac{m}{M}$.

A.N. : $n = \frac{1,585 \times 10^{12}}{71,0} = 2,23 \times 10^{10} \text{ mol.}$

29. ☀ Des antioxydants contre le vieillissement

> COMPÉTENCES : S'approprier, restituer, réaliser.

a. Dans $m = 100 \text{ g}$ d'oignons frais riches en quercétine, on a une masse $m' = 0,120 \text{ g}$ de quercétine, soit une quantité de matière $n = \frac{m}{M}$ avec $M = 15 \times M(\text{C}) + 10 \times M(\text{H}) + 7 \times M(\text{O})$.

A.N. : $n = \frac{0,120}{(15 \times 12,0 + 10 \times 1,0 + 7 \times 16,0)}$

$= 3,97 \times 10^{-4} \text{ mol.}$

b. 100 g d'oignons apportent 0,120 g de quercétine. Pour ingérer 1 g de quercétine, il faut donc consommer $100 \times 1 / 0,120 = 833 \text{ g}$ d'oignons frais. Pour ingérer 1 g d'antioxydant, 100 g de kaki suffisent (mais il ne s'agit pas du même antioxydant que dans les oignons).

c. La masse molaire de la vitamine C est :

$M' = 6 \times M(\text{C}) + 8 \times M(\text{H}) + 6 \times M(\text{O}).$

La masse de vitamine C contenant une quantité de vitamine C égale à la quantité de quercétine dans 100 g d'oignons est donc $m' = n \times M'$.

A.N. : $m' = 3,97 \times 10^{-4} \times (6 \times 12,0 + 8 \times 1,0 + 6 \times 16,0) = 0,070 \text{ g} = 70 \text{ mg.}$

30. ☀ Synthèse d'un ester à odeur de banane

> COMPÉTENCES : Restituer, réaliser.

1.a. La masse volumique d'un corps est le rapport de la masse de ce corps sur le volume de ce corps : $\rho = \frac{m}{V}$.

b. La masse d'alcool isoamylique à prélever est

$m_1 = n_1 \times M_1$.

$M_1 = 5 \times M(\text{C}) + 12 \times M(\text{H}) + M(\text{O}) = 5 \times 12,0 + 12 \times 1,0 + 16,0 = 88,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Donc $V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{(n_1 \times M_1)}{\rho_1}$.

A.N. : $V_1 = \frac{(0,50 \times 88,0)}{0,810} = 54 \text{ mL.}$

2.a. La densité d'un corps par rapport à l'eau est le rapport de sa masse volumique sur la masse volumique de l'eau : $d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$.

b. La masse d'acide acétique à prélever est $m_2 = n_2 \times M_2$.
 $M_2 = 2 \times M(\text{C}) + 4 \times M(\text{H}) + 2 \times M(\text{O}) = 2 \times 12,0 + 4 \times 1,0 + 2 \times 16,0 = 60,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

On en déduit $V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{(n_2 \times M_2)}{(d_2 \times \rho_{\text{eau}})}$.

A.N. : $V_2 = \frac{(0,10 \times 60)}{(1,05 \times 1,0)} = 5,7 \text{ mL.}$

31. Apprendre à rédiger

> COMPÉTENCES : Restituer, réaliser, communiquer.

a. $V = 80 \mu\text{L} = 80 \times 10^{-6} \text{ L}$ et $\rho = 7,8 \times 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

La masse d'acétone prélevée est : $m = \rho \times V$.

A.N. : $m = 7,8 \times 10^2 \times 80 \times 10^{-6} = 0,062 \text{ g} = 6,2 \times 10^{-2} \text{ g} = 62 \text{ mg.}$

b. $M = 3 \times M(\text{C}) + 6 \times M(\text{H}) + M(\text{O}) = 3 \times 12,0 + 6 \times 1,0 + 16,0 = 58,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

La quantité de matière d'acétone dans le prélèvement est $n = \frac{m}{M}$, avec $m = 0,062 \text{ g.}$

A.N. : $n = \frac{0,062}{58,0} = 1,1 \times 10^{-3} \text{ mol.}$

32. In English Please

> COMPÉTENCES : S'approprier, communiquer.

a.

Heure	Mois	Jour
06:02	10	23

On trouve ainsi une analogie avec la valeur de la constante d'Avogadro : $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

b. *The unit called the "mole" can help you count very tiny things in very large amounts* : l'unité appelée "mole" permet de compter de très grandes quantités de choses minuscules.

c. *molar mass* : masse molaire ; *molar volume* : volume molaire ; *molarity* : concentration molaire (la signification du dernier terme étant moins intuitive...)

33. ☀ Prévention des erreurs médicamenteuses

> COMPÉTENCES : S'approprier, réaliser, analyser, valider.

Les données de la première ligne permettent de calculer les valeurs des autres grandeurs.

L'étiquette indique la masse m de chlorure de sodium dissous ($m = 1,0 \text{ g}$) et le volume V de la solution ($V = 10,0 \text{ mL}$).

La concentration massique est : $c_m = \frac{m}{V}$.

A.N. : $c_m = \frac{1,0}{10,0} = 0,10 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

La concentration molaire est :

$c = (m/M) / V = \frac{(1,0 / 58,5)}{10,0} = 1,71 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{mL}^{-1} = 1,71 \text{ mmol} \cdot \text{mL}^{-1}$.

Un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de solution a une masse $m_0 = \rho \times V = 1,06 \times 10,0 = 10,6 \text{ g}$.

Le pourcentage massique est donc $\frac{m}{m_0} = \frac{1,0}{10,6} = 0,094 = 9,4 \%$.

La donnée en pourcentage n'est donc pas un pourcentage massique (rapport masse de soluté sur masse de solution, exprimé sous forme de pourcentage), mais un rapport masse de soluté sur volume de solution (exprimé en pourcentage, mais dont l'unité $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ a été omise).

34. Analyses urinaires

> COMPÉTENCES : S'approprier, restituer, réaliser.

La masse molaire de la D-amphétamine est :

$$M = 9 \times M(C) + 13 \times M(H) + M(N)$$

$$A.N. : M = 9 \times 12,0 + 13 \times 1,0 + 14,0 = 135,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La masse molaire de la D-méthamphétamine est :

$$M' = 10 \times M(C) + 15 \times M(H) + M(N)$$

$$A.N. : M' = 10 \times 12,0 + 15 \times 1,0 + 14,0 = 149,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Le seuil de détection est $c_m = 1000 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$

$= 1000 \times 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 1000 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ pour la D-amphétamine. La concentration molaire correspondante est $c = \frac{c_m}{M}$.

$$A.N. : c = \frac{1000 \times 10^{-6}}{135,0} = 7,407 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Le seuil de détection est $c_m = 20000 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$
 $= 20000 \times 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 20000 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ pour la D-méthamphétamine. La concentration molaire correspondante est $c' = \frac{c_m}{M'}$.

$$A.N. : c' = \frac{20000 \times 10^{-6}}{149,0} = 1,342 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

35. RÉSOLUTION DE PROBLÈME

★ Préparation d'une solution de bleu patenté V

> COMPÉTENCES : Restituer, analyser, réaliser.

On veut préparer un volume $V_0 = 1,0 \text{ L}$ de solution de bleu patenté de concentration c_0 .

La masse de bleu patenté présente dans un litre de solution est :

$$m_0 = c_0 \times V_0 \times M = 1,0 \times 10^{-5} \times 1,0 \times 1160 = 1,2 \times 10^{-2} \text{ g}$$
$$= 0,012 \text{ g} = 12 \text{ mg}$$

La précision de la balance étant de 10 mg, il est impossible au préparateur de peser précisément cette masse. Le préparateur va donc dans un premier temps préparer une solution plus concentrée, puis il va la diluer pour obtenir un litre de solution à la concentration c_0 . Il peut par exemple choisir de préparer une solution de bleu patenté 100 fois plus concentrée (donc à la concentration $c = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Pour préparer 1 L de cette solution plus concentrée, il doit donc peser une masse de soluté

$$m = c \times V_0 \times M = 1,0 \times 10^{-3} \times 1,0 \times 1160 = 1,2 \text{ g}$$

La précision de la balance est cette fois largement suffisante.

Il prélève ensuite un volume V de cette solution plus concentrée tel que $V = \left(\frac{c_0}{c}\right) \times V_0 = \left(\frac{1,0 \times 10^{-5}}{1,0 \times 10^{-3}}\right) \times 1,0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ L} = 10 \text{ mL}$.

On prélève 10 mL de la solution de concentration c à l'aide d'une pipette jaugée de 10 mL.

Ce prélèvement est introduit dans une fiole jaugée de 1 L, qu'on complète ensuite environ à moitié avec de l'eau distillée.

On agite latéralement (en évitant les projections au-dessus du trait de jauge), avant de compléter jusqu'au trait de jauge (avec de l'eau distillée), de boucher et d'homogénéiser.

36. ANALYSE ET SYNTHÈSE DE DOCUMENTS

★ Course à pied

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, communiquer.

a. C'est la concentration molaire en ions lactate dans le sang.

b. L'axe des ordonnées représente la concentration molaire en ions lactate. La valeur de repos de la concentration molaire en lactate étant $2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (cf. document 1), l'unité correspondant aux graduations est le mmol/L .

c. L'axe des abscisses représente la vitesse de course : par exemple en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ou $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$. La première unité semble improbable : à $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, un coureur parcourt 10 m en 1 s soit 100 m en 10 s : on n'est pas loin du record du cent mètres ! À $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, on parcourt 10 km en 1 heure, soit deux fois plus qu'un piéton : c'est plus plausible. L'axe des abscisses est donc vraisemblablement gradué en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

d. Une « augmentation d'intensité » est en fait une augmentation de la vitesse de course. L'athlète peut courir sur un tapis roulant qui va de plus en plus vite.

e. C'est pour une vitesse de course plus grande que pour le coureur non entraîné que la concentration en lactate sanguin du coureur entraîné augmente sensiblement, ce qui se traduit visuellement par un déplacement de la courbe représentant la lactatémie en fonction de la vitesse vers les grandes valeurs de vitesses, c'est-à-dire vers les plus grandes abscisses.

37. ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES

Concentration d'un sérum physiologique

> COMPÉTENCES : S'approprier, réaliser, analyser, valider.

a. Chacune des informations permet de calculer la concentration massique :

– solution de chlorure de sodium à 0,90 % : 100 g de solution, soit un volume $V = 100 \text{ mL}$ de solution (la masse volumique est de $1,0 \text{ g/mL}$) contient une masse $m = 0,90 \text{ g}$ de soluté. La concentration massique est donc :

$$c_m = \frac{m}{V} = \frac{0,90}{0,100} = 9,0 \text{ g/L}$$

– composition unitaire : chlorure de sodium 0,045 g (masse m'), eau purifiée qsp 5,0 mL (V'). On en déduit la concentration massique $c_{m'} = \frac{0,045}{0,0050} = 9,0 \text{ g/L}$.

$c_m = c_{m'}$, les informations de l'emballage sont bien cohérentes.

b. La solution S_1 est obtenue en diluant deux fois la solution S_0 : on prélèvera donc 25 mL de la solution S_0 avec une pipette jaugée de 25 mL, et on introduira le prélèvement dans une fiole jaugée de 50 mL, avant d'ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge puis d'agiter.

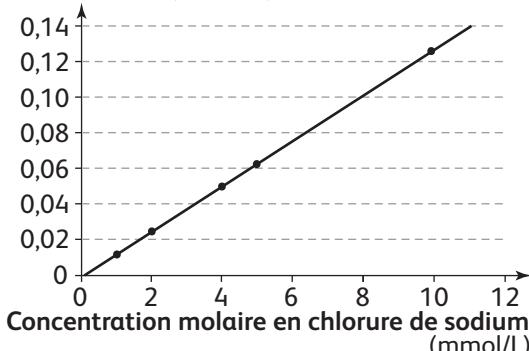
La solution S_2 est obtenue en diluant 2,5 fois la solution S_0 : on utilise la pipette jaugée de 20 mL et la fiole jaugée de 50 mL.

La solution S_3 est obtenue en diluant 5 fois la solution S_0 : on utilise la pipette jaugée de 10 mL et la fiole jaugée de 50 mL (ou la pipette jaugée de 20 mL et la fiole jaugée de 100 mL).

La solution S_4 est obtenue en diluant la solution S_0 10 fois : on utilise la pipette jaugée de 10 mL et la fiole jaugée de 100 mL.

c. Les points se situent au voisinage d'une droite.

Conductivité (unité SI)



d. La valeur de l'abscisse du point d'ordonnée 0,019 U.S.I. donne la valeur de la concentration molaire du sérum physiologique dilué 100 fois : $c = 1,5 \times 10^{-3}$ mol/L.

On en déduit la concentration molaire du sérum :

$$c_0 = 100 \times c = 0,15 \text{ mol/L.}$$

e. $M(\text{NaCl}) : 23,0 + 35,5 = 58,5 \text{ g/mol}$. On en déduit la concentration massique du sérum déterminée par cette méthode expérimentale : $c_{m_0} = c_0 \times M = 0,15 \times 58,5 = 8,8 \text{ g/L}$.

Il y a un écart relatif de $\frac{(9,0 - 8,8)}{9,0} = 2\%$ entre la valeur attendue et la valeur obtenue.

Raisons possibles pour cet écart :

- mesure de la conductivité, précision de l'appareil mesurant la conductivité ;
- préparation des solutions (par exemple, trait de jauge mal ajusté).

38. ANALYSE ET SYNTHÈSE DE DOCUMENTS

★ Dilution en homéopathie

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser, valider.

1.a. Si l'on note V le volume de solution mère prélevé pour la dilution à 1 CH, on y ajoute un volume d'alcool à 70° égal à 99 V . Le volume de solution fille est donc :

$$V' = V + 99V = 100V.$$

La quantité de matière de principe actif apportée par le prélèvement de solution mère est :

$$n = c \times V.$$

$$\text{Donc } c_1 = \frac{n}{V'} = \frac{c \times V}{(100V)} = \frac{c}{100} (= \frac{c}{10^{2x1}}).$$

La solution mère a donc été diluée 100 fois lors de la dilution à 1 CH.

b. Pour la dilution à 2 CH, on prélève un volume V de solution à 1 CH, c'est-à-dire de concentration $c_1 = \frac{c}{100}$. On y ajoute un volume d'alcool à 70° égal à 99 V . Le volume de solution fille à 2 CH est donc : $V' = V + 99V = 100V$. La quantité de matière de principe actif apportée par le prélèvement de solution à 1 CH est :

$$n' = c_1 \times V = (\frac{c}{100}) \times V = \frac{(c \times V)}{100}.$$

$$(c \times V)$$

$$\text{Donc } c_2 = \frac{n'}{V'} = [\frac{100}{(100V)}] = \frac{c}{100^2} = \frac{c}{10^4} (= \frac{c}{10^{2x2}}).$$

La dilution à 30 CH permet donc d'obtenir une solution de concentration :

$$c_{30} = \frac{c}{10^{2x30}} = \frac{c}{10^{60}}.$$

$$\text{c. } c'_0 = \frac{N_A}{V_0} = 1,66 \times 10^{-24} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (avec } V_0 = 1 \text{ L}).$$

d. $\frac{c_0}{c'_0} = \frac{10}{(1,66 \times 10^{-24})} = 6,0 \times 10^{24}$. La solution a été diluée entre 10^{24} et 10^{26} fois, soit entre 12 et 13 CH.

2. À partir d'une solution de concentration en principe actif assez élevée (10 mol/L), une dilution entre 12 et 13 CH conduit à une solution contenant une molécule de principe actif par litre de solution. On est bien loin des dilutions effectuées (jusqu'à 30 CH : il y a alors largement moins d'une molécule de soluté par litre de solution fille). Les detracteurs de l'homéopathie utilisent souvent un tel raisonnement pour expliquer que l'homéopathie ne peut avoir un effet thérapeutique autre que l'effet placebo : il est en effet probable que dans certaines granules ingérées, il n'y ait aucune molécule de principe actif.