

Solutions aqueuses

Ce qu'il faut retenir

Un soluté dissout dans un solvant forme une solution. Si le solvant est de l'eau, on parle de solution aqueuse. On définit les grandeurs suivantes :

m : masse du soluté en g

n : quantité de matière du soluté en mol

M : masse molaire* du soluté en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

*Pour déterminer la masse molaire d'une espèce chimique moléculaire, on additionne les masses molaires atomiques de chaque atome qui constitue la molécule.

c : concentration molaire de la solution en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

c_m : concentration massique de la solution en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

V : volume de la solution en L

Les formules suivantes sont à connaître :

$$n = c \times V$$

$$m = c_m \times V$$

$$c_m = c \times M$$

Les techniques expérimentales à connaître sont les suivantes (voir fiche méthode jointe) :

La **dissolution** permet de préparer une solution en mélangeant une espèce chimique pure (le plus souvent en poudre) dans un solvant.

La **dilution** permet de préparer une solution peu concentrée (la solution fille) à partir d'une solution trop concentrée (la solution mère). Lors d'une dilution, la quantité de matière de soluté se conserve :

$$c_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}} = c_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}$$

Lors d'une dilution le facteur de dilution est le rapport de la concentration de la solution mère sur celle de la solution fille :

$$f = \frac{c_{\text{mère}}}{c_{\text{fille}}}$$

Il est aussi égal au rapport du volume de solution fille que l'on souhaite préparer sur le volume de solution mère à prélever :

$$f = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}}$$

Fiche méthode : dissolution et dilution

Comment préparer une solution par dissolution d'une espèce solide ?

1) Calcul de la masse m de soluté à prélever:

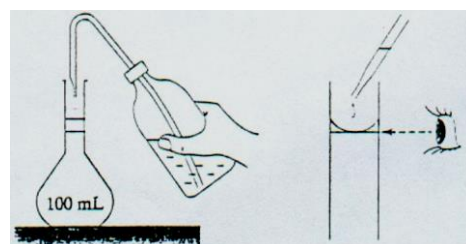
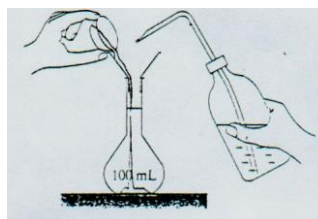
La masse de soluté (en gramme) à prélever se calcule à l'aide de l'une des deux relations suivantes :

$$m = c_m \times V \quad \text{ou} \quad m = M \times c \times V$$

où V est le volume de la solution souhaitée (en L), c_m la concentration massique (en g/L),
 c la concentration molaire (en mol/L), et M la masse molaire du soluté (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$).

2) Protocole :

- Poser un sabot (ou une capsule) de pesée sur la balance, et faire le zéro (tare).
- Verser la masse adéquate de solide à l'aide d'une spatule.
- Introduire le solide dans la fiole jaugée, en vous aidant éventuellement d'un entonnoir.
- A l'aide d'une pissette, ajouter un peu d'eau distillée afin de rincer la capsule et l'entonnoir, en laissant couler les eaux de rinçage dans la fiole jaugée.
- Ajouter de l'eau distillée au moins à moitié de la fiole. Boucher la fiole jaugée et la retourner plusieurs fois (en maintenant le doigt sur le bouchon) jusqu'à ce que la solution soit homogène.
- Compléter avec précision la fiole jaugée à l'aide d'une pipette plastique jusqu'au trait de jauge.
- Boucher la fiole jaugée et homogénéiser une dernière fois.



Comment préparer une solution par dilution d'une solution trop concentrée ?

1) Calcul du volume $V_{\text{mère}}$ de solution mère à prélever :

Soit $C_{\text{mère}}$, la concentration de la solution trop concentrée et C_{fille} la concentration de la solution diluée que l'on souhaite préparer. Soit V_{fille} le volume de la fiole jaugée qui recevra la solution à préparer, le volume $V_{\text{mère}}$ de la pipette à utiliser pour cette dilution vaut :

$$V_{\text{mère}} = \frac{C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}}{C_{\text{mère}}}$$

2) Protocole :

Tout d'abord :

- Rincer la fiole jaugée et la pipette jaugée à l'eau distillée.
- Rincer une deuxième fois la pipette jaugée, cette fois, avec un peu de solution mère (initiale), que l'on jette, puis :

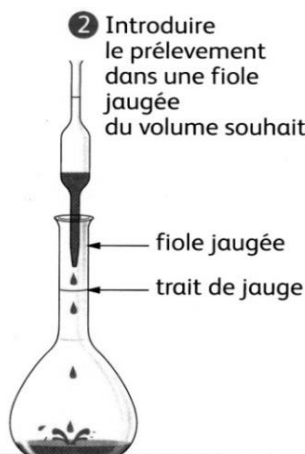
1) Prélever le volume nécessaire de la solution initiale.



pipette jaugée

solution initiale

2) Introduire le prélèvement dans une fiole jaugée du volume souhaité.

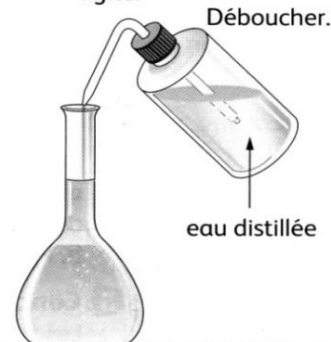


fiole jaugée
trait de jauge

3) Remplir d'eau distillée aux 2/3 ; agiter latéralement.



4) Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée ; boucher puis agiter.



Déboucher.

eau distillée

Solutions aqueuses – Exercices d'application

Exercice I

Le gluconate de fer est un des ingrédients des compléments alimentaires utilisés par les sportifs. Il contribue à réduire la fatigue et évite les carences en fer qui peuvent provoquer des anémies. On dissout entièrement 1 sachet de complément alimentaire contenant du gluconate de fer dans un verre d'eau, que l'on avale après les repas. Attention, il ne faut pas dépasser 50 mg par jour de gluconate de fer pour un adulte.

Donnée :

Masse molaire du gluconate de fer : $446,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

1. Le pharmacien souhaite préparer 250 mL d'une solution mère de gluconate de fer de concentration molaire $3,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ à partir de gluconate de fer en poudre. Quelle masse de gluconate de fer doit-il prélever ?
2. Ecrire le protocole expérimental de cette préparation (en précisant le matériel utilisé).
3. Le pharmacien souhaite préparer une autre solution aqueuse par prélèvement de 5,0 mL de la solution mère de concentration molaire $3,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ dans une fiole jaugée de 50 mL et ajout d'eau. Comment se nomme cette technique de préparation ?
4. Déterminer la concentration molaire de la nouvelle solution ainsi réalisée.

Exercice II

Le sirop de sucre est une solution aqueuse concentrée de saccharose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$). Un pâtissier dispose d'un sirop de sucre commercial pour lequel la concentration molaire en saccharose est $C = 5,0 \text{ mol/L}$

5. Quel volume de sirop commercial faut-il prélever pour disposer de 0,75 mol de saccharose ?
6. Le pâtissier doit préparer un sirop léger. Pour cela, il mélange 20,0 mL de sirop commercial et le volume suffisant d'eau pour obtenir 100,0 mL de sirop léger.
 - a) Le pâtissier réalise t-il une dilution ou une dissolution lors de cette préparation ?
 - b) Choisir dans la liste suivante la verrerie nécessaire pour réaliser avec précision cette solution **au laboratoire de chimie** :
Bécher, balance électronique, spatule, sabot de pesée, pipette graduée, éprouvette graduée, capsule de pesée, fiole jaugée, erlenmeyer, cristalliseur, pipette jaugée.
 - c) Calculer la concentration molaire en saccharose dans le sirop léger.
 - d) Calculer la quantité de matière de saccharose contenue dans 50,0 mL de sirop léger.
 - e) Sachant que la masse molaire moléculaire du saccharose est $M = 342,0 \text{ g/mol}$, calculer la masse de saccharose contenue dans 50,0 mL de sirop léger.
 - f) Calculer la concentration massique en saccharose du sirop léger
 - g) La masse moyenne d'un morceau de sucre est de 6,0 g. Si le pâtissier ne possède de sirop commercial, il peut préparer le sirop léger à partir de sucre en morceaux.
Combien de morceaux de sucre doit-il utiliser pour préparer le sirop léger

Solutions aqueuses corrigés

Corrigé de l'exercice I

1. Soit la concentration molaire de la solution à préparer : $C = 3,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$
Soit le volume de solution à préparer : $V = 250 \text{ mL}$, soit : $V = 250 \cdot 10^{-3} \text{ L}$

D'après la définition de la concentration molaire : $c = \frac{n}{V}$

La quantité de matière à prélever vaut :

$$n = C \times V$$

A.N. (facultative) : $n = 3,0 \cdot 10^{-1} \times 250 \cdot 10^{-3}$
 $n = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Soit la masse molaire du gluconate de fer $M = 446,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, la masse correspondant à cette quantité de matière vaut : $m = n \times M$

Soit :

$$m = C \times V \times M$$

A.N. : $m = 3,0 \cdot 10^{-1} \times 250 \cdot 10^{-3} \times 446,1$
 $m = 3,3 \cdot 10^1 \text{ g}$

La masse à prélever est : 33 g

2. Protocole :

Placer un sabot de pesée sur la balance électronique et faire la tare.

A l'aide d'une spatule, verser 33 g de gluconate de fer et les transvaser dans une fiole jaugée de 250 mL.

A l'aide d'une pissette, ajouter de l'eau distillée aux 2/3, boucher et mélanger, puis ajouter de l'eau distillée au trait de jauge, boucher et mélanger.

3. Cette technique est une dilution d'une solution trop concentrée pour obtenir une solution moins concentrée.

4. Soit la concentration de la solution mère : $C_{\text{mère}} = 3,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$, soit le volume prélevé : $V_{\text{mère}} = 5,0 \text{ mL}$, soit le volume de la solution fille : $V_{\text{fille}} = 50 \text{ mL}$

Lors d'une dilution, la quantité de soluté se conserve, donc :

$$C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}} = C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}$$

La concentration de la solution ainsi obtenue est donc :

$$C_{\text{fille}} = \frac{C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}}}{V_{\text{fille}}}$$

A.N. : $C_{\text{fille}} = \frac{3,0 \cdot 10^{-1} \times 5,0}{50}$

$$C_{\text{fille}} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Corrigé de l'exercice II

5. Soit $n = 0,75$ moles la quantité de sucre à prélever

Soit $c = 5,0 \text{ mol.L}^{-1}$ la concentration du sirop.

Calcul du volume V de sirop commercial à prélever :

$$c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow c \times V = n \Leftrightarrow V = \frac{n}{c}, \text{ soit :}$$

$$0,75/5,0 = 1,5 \times 10^{-1}$$

Le volume de sirop commercial à prélever est donc : $V = 1,5 \times 10^{-1} \text{ L}$, soit environ 150 mL

6. a) Le pâtissier réalise une dilution

b) Verrerie nécessaire : bécher, fiole jaugée et pipette jaugée

c) Calcul de la concentration molaire en saccharose dans le sirop léger :

Au cours de la dilution, il y a conservation de la quantité de matière de saccharose :

$$n_i = n_f$$

Soit $V_i = 20,0 \text{ mL}$, le volume prélevé,

Soit $V_f = 100,0 \text{ mL}$, le volume de sirop léger,

Calcul de la concentration c_f du sirop léger :

$$\begin{aligned} c \times V &= c_f \times V_f \\ \Leftrightarrow \frac{c \times V}{V_f} &= c_f \end{aligned}$$

Application numérique : $5,0 \times 20 \cdot 10^{-3} / 100 \cdot 10^{-3} = 1,0$

La concentration du sirop léger est donc $c_f = 1,0 \text{ mol/L}$

d) Soit $V' = 50,0 \text{ mL}$, le volume de sirop léger.

Calcul de la quantité de matière n' de saccharose contenue dans 50,0 mL de sirop léger

$$c_f = \frac{n'}{V_f} \quad \Leftrightarrow \quad c_f \times V_f = n'$$

$$1,0 \times 0,050 = 0,050$$

La quantité de saccharose contenue dans 50,0 mL de sirop léger est : $n' = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

e) Soit $M = 342,0 \text{ g.mol}^{-1}$, la masse molaire du saccharose.

Calcul de la masse de saccharose contenue dans 50,0 mL de sirop léger :

$$m' = n' \times M$$

$$5,0 \cdot 10^{-2} \times 342,0 = 17$$

La masse de saccharose contenue dans 50,0 mL de sirop léger est : $m' = 17 \text{ g}$

f) Calcul de la concentration massique c'_m en saccharose du sirop léger

$$c'_m = \frac{m'}{V_f}$$

$$17/50 \cdot 10^{-3} = 342$$

La concentration massique en saccharose du sirop léger est : $c'_m = 3,4 \cdot 10^2 \text{ g/L}$

g) Soit $m_s = 6,0 \text{ g}$, la masse d'un morceau de sucre

Calcul du nombre de morceaux de sucre à utiliser pour préparer le sirop léger

$$N = m / m_s$$

$$17 / 6,0 = 2,8$$

Il faut environ trois morceaux de sucre.