

Préparations de solutions

Ce TP/fiche est l'occasion d'une révision complète sur les concentrations et les solutions. Vous devriez le maîtriser en sortant de 2de. Il est à préparer très consciencieusement afin que toute notion peu claire ou mal rencontrée l'année dernière devienne limpide maintenant.

I Rappels et (re)mises en mémoire très importants

1) (*) Solution

(par cœur) Une solution est un mélange d' dans lequel l'une de ces espèces appelée est en très grande majorité face à toutes les autres appelées La solution est dite « aqueuse » quand

2) Concentration molaire d'un soluté dans une solution

(par cœur) Lorsqu'une quantité de matière d'une espèce pure solide ou liquide P (atome, molécule, cristal ionique) notée par exemple n_P est ajoutée à un liquide pour s'y dissoudre entièrement afin de donner une solution S de volume total noté par exemple V_{solution} , on dit que l'on prépare une solution S de concentration molaire notée par exemple c_P dans solution S (ou plus simplement c_P) en l'espèce P et égale à, par définition

$$c_P = \frac{n_P}{V_{\text{solution}}}$$

(*) Quelle est l'unité de c_P si n_P est en mol et si V_{solution} est en L ? Ce sont généralement les unités utilisées en chimie.

(*) Par exemple, qu'est ce que signifie que'une tasse de café contient une solution (de café) de concentration $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ en caféine (l'un des solutés) ?

(*) Si j'ai deux litres de cette solution, quelle quantité de matière de caféine est dissoute ? Si j'ai 10 L de cette même solution S ? Si j'ai 0,25 L de cette solution ? Si j'ai V_{solution} de solution ? Quelle autre équation littérale est-il ainsi facile de retenir avec ces exemples simples ?

(*) Quelle image dois-je à l'esprit pour « sentir » si une solution est plus ou moins concentrée ?

(*) En ce qui concerne la formule donnant c_P , pourquoi est-ce « normal » que n_P soit au numérateur ? Quelles sont les deux expériences simples que je dois avoir à l'esprit qui me permettent de me rappeler de cela en les comparant ?

(*) En ce qui concerne la formule donnant c_P , pourquoi est-ce « normal » que V_{solution} soit au dénominateur ? Quelles sont les deux expériences simples que je dois avoir à l'esprit qui me permettent de me rappeler de cela en les comparant ?

II Premier mode de préparation d'une solution : par dissolution du soluté solide ou liquide

1) Espèce dissoute

L'espèce à dissoudre est du dichlorure de cuivre $\text{CuCl}_2(\text{s})$ appelé abusivement « chlorure de cuivre ».

(*) Calculer la masse molaire de cette entité chimique en utilisant les données de votre livre.

2) Dissolution

(*) Remplir le tableau suivant pour tous les groupes. Présenter très clairement vos calculs dans le bon ordre, pour les solutions A et C en utilisant des notations comme V_A , $n_{\text{CuCl}_2, A}$ etc.

	Binômes 1, 5 Solution A	Binômes 2, 6, 9 Solution B	Binômes 3, 7 Solution C	Binômes 4, 8 Solution D
Quantité de chlorure de cuivre à introduire dans la fiole (mmol)	10			40
Quantité de chlorure de cuivre à introduire dans la fiole (mol)				
Masse correspondante (g)				
Volume de la fiole à utiliser (mL)	50	50	200	200
Volume de la fiole à utiliser (L)				
Concentration molaire en chlorure de cuivre (mol.L ⁻¹)		0,50	0,050	

- Peser correctement et soigneusement (pas de solide sur la balance) la masse de chlorure de cuivre dans la nacelle de pesée en plastique.
- Transvaser le chlorure de cuivre dans une **fiole jaugée** sans en perdre en utilisant un entonnoir bien sec. Rincer la coupelle avec un peu d'eau distillée en versant l'eau de rinçage dans la fiole.
- Remplir la fiole d'eau distillée jusqu'au tiers environ.
- Mélanger doucement en faisant effectuer au liquide dans la fiole un mouvement circulaire et en la gardant verticale.
- Laisser reposer quelques secondes puis rajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge en terminant à la pipette pasteur. Attention, c'est le bas du ménisque qui doit correspondre à la graduation. L'ajustage doit se faire à la goutte près, fiole à plat sur la paillasse.
- Fermer la fiole avec un bouchon, boucher avec votre pouce et mélanger en renversant totalement la fiole plusieurs fois jusqu'à dissolution complète du solide et homogénéisation totale dans la fiole.
- Enlever le bouchon, laisser reposer la fiole.

3) Questions

a) Sur la pratique de la dissolution

(* Pourquoï faut-il ajouter l'eau après avoir introduit le solide dans la fiole et non le contraire ?

(* Pourquoï faut-il rincer la coupelle et l'entonnoir ? Pourquoï faut-il introduire l'eau de rinçage dans la fiole ?

(* Pourquoï faut-il agiter la fiole en cours de remplissage d'eau distillée (autrement dit, pourquoï ne remplît-on pas directement jusqu'au trait de jauge après avoir introduit le solide ?)

(* Pourquoï, lors du premier mélange, ne faut-il pas secouer la fiole en la renversant ?

b) Sur la concentration des solutions obtenues

(* Calculer les concentrations des solutions A à D. Que peut-on dire des solutions A et D ? Pourquoï était-ce prévisible sans calcul ? L'aviez-vous prévu dans votre tête ?...

Sur quel critère visuel va-t-on pouvoir classer les solutions des fioles de la moins concentrée à la plus concentrée ?

Pourquoï ne peut-on pas comparer directement le contenu des fioles entre eux ? Que faut-il faire avec le matériel à votre disposition ?

III Deuxième mode de préparation d'une solution : par dilution d'une solution mère

1) Définition

Une dilution consiste à obtenir une solution, appelée *solution fille*, en abaissant la concentration en un soluté d'une solution initiale, appelée *solution mère*, par ajout du solvant. Cette opération s'effectue dans une (autre) fiole jaugée. On utilise une *pipette jaugée* munie d'une *propipette* pour prélever la solution mère à diluer.

2) Théorie

(*) On appelle $c_{\text{mère}}$ la concentration en soluté de la solution mère et c_{fille} la concentration en ce même soluté de la solution fille. A-t-on $c_{\text{mère}} < c_{\text{fille}}$ ou $c_{\text{fille}} < c_{\text{mère}}$?

a) Facteur de dilution

On appelle facteur de dilution, que l'on note f , le rapport $f = c_{\text{mère}}/c_{\text{fille}}$.

(*) Pourquoi a-t-on nécessairement $f > 1$?

(*) Que signifie avoir un facteur de dilution de 15 par exemple ? (une phrase).

b) Relations fondamentales et problèmes à savoir résoudre

Une dilution s'effectue toujours avec de la verrerie jaugée afin d'être le plus précis possible. On prélève un volume V_{pipette} de solution mère de concentration $c_{\text{mère}}$ avec une pipette jaugée que l'on introduit dans une fiole jaugée de volume $V_{\text{fiole fille}}$ afin d'obtenir un volume $V_{\text{fiole fille}}$ de solution fille de concentration c_{fille} une fois le solvant ajouté.

Quel lien existe-t-il entre V_{pipette} , $V_{\text{fiole fille}}$, $c_{\text{mère}}$, et c_{fille} ? Il faut pour cela revenir au principe fondamental de la dilution : (à apprendre par cœur en adaptant et à indiquer pour toute question sur la dilution à l'écrit) :

(par cœur) Lors d'une dilution, la quantité apportée de matière DE SOLUTE ne varie pas entre le prélèvement de solution mère et la solution fille finale puisqu'on ne rajoute que du solvant.

(*) Pourtant, la solution fille obtenue « prend plus de place » que le petit prélèvement de solution mère. Quelle quantité de quelle espèce explique cette variation « de place » ?

Or, dans le prélèvement, la concentration en soluté est, le volume prélevé est donc $n_{\text{soluté}} = \dots\dots\dots$
Dans la solution fille finale, la nouvelle concentration en soluté est noté c_{fille} , le volume total obtenu est donc $n_{\text{soluté}} = \dots\dots\dots$

(par cœur et à comprendre) Ainsi ($n_{\text{soluté}} \text{ prélevé} = c_{\text{mère}} * V_{\dots\dots\dots} = c_{\text{fille}} * V_{\dots\dots\dots}$)

Deux problèmes peuvent alors être résolus :

- Soit on connaît $c_{\text{mère}}$, c_{fille} , et $V_{\text{fiole fille}}$ est imposé. Dans ce cas là, on peut en déduire le volume de la pipette à utiliser pour le prélèvement car

$$V_{\text{pipette}} = \dots\dots\dots \quad (\text{à redémontrer à chaque fois})$$

- Soit on ne connaît que $c_{\text{mère}}$ et c_{fille} ou le facteur de dilution. On demande alors de trouver un couple de verrerie regroupant une fiole et une pipette adaptées afin de faire la dilution parmi le matériel fourni. Ce choix peut ne pas être forcément unique.

$c_{\text{mère}} * V_{\dots\dots\dots} = c_{\text{fille}} * V_{\dots\dots\dots}$ donc $f = \frac{c_{\text{mère}}}{c_{\text{fille}}} = \frac{V_{\dots\dots\dots}}{V_{\dots\dots\dots}}$ (équation à redémontrer à chaque fois).

(*) Pourquoi est-ce normal d'avoir ce rapport de volume et non l'inverse ?

(*) Exemple : si $f = 5$, cela signifie que on veut une solution fille On peut choisir une pipette de 2,00 mL avec une fiole de mL. Cela doit vous paraître totalement logique si vous avez bien saisi la notion de concentration d'une solution et la pratique de la dilution. Donner un autre couple possible :

3) Pratique

Pour chaque groupe, on dispose de la verrerie suivante : fioles de 50, 100 et 200 mL, pipettes de 10, 20 et 25 mL (on rappelle que cette verrerie est toujours précise au 100^{ème} de mL près même si ce n'est pas précisé dans les listes mais utiliser les CS convenables dans les calculs).

(*) Suivant les groupes et le facteur de dilution imposé dans le tableau suivant, compléter le tableau, trouver la verrerie adaptée à chaque cas et calculer chaque concentration fille pour les solutions obtenues. Le rédiger très proprement uniquement pour le groupe 5 (bien présenter les noms utilisés) :

groupe	Nom solution mère (voir partie précédente)	$C_{\text{mère}}$ (voir partie précédente)	Facteur de dilution f imposé	Nom solution fille	C_{fille}	V_{pipette}	$V_{\text{fiole fille}}$
1	A	$C_{\text{mère A}} =$	20	E	$C_{\text{fille E}} =$		
2	B		20	G	$C_{\text{fille G}} =$		
3	C		10	I			
4	D		8	K			
5	A		10	F			
6	B		5	H			
7	C		8	J			
8	D		5	L			
9	B		5	H			

(*) Classer alors les douze solutions obtenues (de A à L) par concentration croissante en utilisant le signe < ($X < Y$ signifie que la solution X est moins concentrée que la solution Y) ou = éventuellement.

- Prélever le volume V_{pipette} indiqué de solution mère grâce à une pipette jaugée adaptée à partir d'une petite quantité versée dans un bécher de transvasement, et le verser dans une nouvelle fiole jaugée de volume V_{fiole} indiqué également dans le tableau. Attention au pipetage précis et complet.
- Compléter cette fiole avec de l'eau distillée et ajuster au trait de jauge c'est-à-dire placer le bas du ménisque exactement sur le trait de jauge, à la goutte près...
- Boucher la fiole (avec ...) et agiter (comme on l'a vu) pour homogénéiser la nouvelle solution.
- Déposer les fioles par ordre croissant de concentration au bureau du professeur.
- Préparer alors 10 tubes à essais avec les 10 concentrations différentes de la salle de TP (mettre 1 ml càd à peu près 1 cm de haut dans chaque tube) ; On obtient une « échelle de teinte ». Déterminer alors le mieux possible la concentration d'une solution inconnue qui se trouve sur le bureau.

(*) Pourquoi, lors d'une dilution, à la différence d'une dissolution, n'a-t-on pas besoin d'homogénéiser de façon intermédiaire quand la fiole est remplie au tiers ?