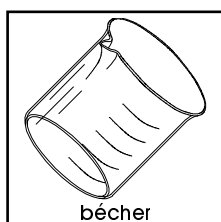


BUTS

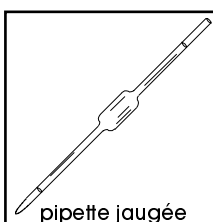
Préparer des solutions par dilutions et calculer des rapports de concentrations.

MATERIEL

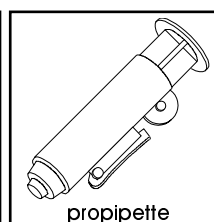
1 bécher de 100 ml, 2 béchers de 50 ml, 2 pipettes jaugées de 1 ml, 1 propipette, 2 fioles jaugées de 100 ml, pipettes Pasteur, bandelettes indicatrices de pH.



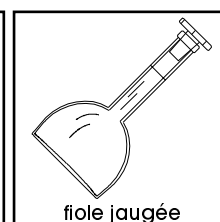
bécher



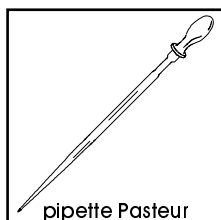
pipette jaugée



propipette





fiole jaugée



pipette Pasteur

REACTIFS

Hydroxyde de sodium (NaOH 1 M), acide chlorhydrique (HCl 0.1 M).

NaOH	HCl
étatsolution 1 M	étatsolution 0.1 M
MM40.00 g/mol	MM36.46 g/mol
	
CH 3	CH 5

RECOMMANDATIONS

Manipuler avec précaution les solutions d'hydroxyde de sodium et d'acide chlorhydrique: **Ne pas ingérer ou mettre en contact avec la peau ou les yeux.**

MANIPULATIONS
ET DISCUSSION

- ◆ La préparation d'une solution de concentration donnée, par dilution d'une solution initiale (appelée **solution mère**) est l'une des opérations élémentaires les plus courantes dans un laboratoire de chimie.
- ◆ Cette opération nécessite une grande rigueur, car l'exactitude de tous les résultats que l'on obtiendra lors d'une expérience quantitative (par exemple un dosage acide-base) dépendra directement de l'exactitude des solutions préparées.
- ◆ Cependant, il n'est pas certain que l'utilisation d'une solution préparée avec exactitude conduira à un résultat précis. En effet, il existe une **différence fondamentale** entre les notions de précision et d'exactitude.

- ◆ Par exemple, s'il faut peser 3 fractions de 10.0 g d'une substance, les situations suivantes peuvent se présenter:
- ◆ **Précision:** Les pesées sont effectuées dans les règles de l'art, mais la balance que l'on utilise n'est pas correctement calibrée: En croyant peser 3×10.0 g de substance, on pèsera effectivement 3×10.2 g. Les trois pesées seront **précises**, mais aucune des fractions ne contiendra exactement 10.0 g. Entre chaque fraction, l'erreur sur la précision est nulle (aucune différence entre les 3 masses pesées), mais l'erreur sur l'exactitude est de 2 % (erreur de 0.2 g sur les 10.0 g à peser).
- ◆ **Exactitude:** La balance est correctement calibrée, mais les pesées sont effectuées rapidement: On pèse 9.8 g, 10.0 g et finalement 10.2 g. La moyenne des trois pesées sera **exacte** $((9.8 + 10.0 + 10.2)/3 = 10.0)$ mais les fractions présenteront une erreur de 2 % sur la précision.



1. En portant une paire de lunettes de sécurité, introduire environ 5 ml de solution d'hydroxyde de sodium 1 M dans un petit bécher. Cette solution est la **solution mère**.

A l'aide d'une pipette jaugée propre et sèche de 1 ml munie d'une propipette, et en portant une paire de lunettes de sécurité, prélever 1 ml de cette solution mère de NaOH.

Introduire ce volume dans une fiole jaugée de 100 ml, puis compléter le volume de la fiole jusqu'au trait de jauge avec de l'eau. Cette nouvelle solution est la **solution diluée**.

- ◆ Pour atteindre avec précision le trait de jauge, introduire de l'eau dans un bécher et ajouter l'eau au goutte à goutte dans la fiole jaugée, au moyen d'une pipette Pasteur.

2. A l'aide de bandelettes indicatrices de pH, déterminer le pH de la solution mère et de la solution diluée de NaOH. Noter les valeurs lues.

3. Introduire environ 5 ml de solution d'acide chlorhydrique 0.1 M dans un petit bécher (**solution mère**).

A l'aide d'une pipette jaugée propre et sèche de 1 ml munie d'une propipette, et en portant une paire de lunettes de sécurité, prélever 1 ml de cette solution mère de HCl.

Introduire ce volume dans une fiole jaugée de 100 ml, puis compléter le volume de la fiole jusqu'au trait de jauge avec de l'eau (**solution diluée**).

4. A l'aide de bandelettes indicatrices de pH, déterminer le pH de la solution mère et de la solution diluée de HCl. Noter les valeurs lues.

? 1. Compléter les informations du tableau ci-dessous.

Solution de NaOH	Facteur de dilution	Concentration [mole/L]	Concentration [g/L]	pH lu
solution mère	1	1		
solution diluée				
Solution de HCl	Facteur de dilution	Concentration [mole/L]	Concentration [g/L]	pH lu
solution mère	1	0.1		
solution diluée				

- ? 2. Proposer une formule exprimant le facteur de dilution (d) en fonction du volume de la solution mère prélevé (V_1) et du volume de solvant ajouté (V_2).
- ? 3. Discuter l'évolution du pH en fonction de la variation de concentration (exprimée en g/L ou en mole/L) des solutions de NaOH, respectivement de HCl.
- ? 4. Que peut-on dire de l'importance de la variation de pH en fonction du facteur de dilution?

◆ Lorsqu'on effectue une réaction chimique entre deux substances, il existe une relation particulière entre les volumes de chacun des réactifs à utiliser et la réaction équilibrée.

◆ Par exemple, on veut faire réagir les substances A et B dont la réaction équilibrée est $A + B \rightarrow C + D$.

Cette expression indique que 1 molécule de A réagit avec 1 molécule de B pour que la réaction soit complète et produise 1 molécule de C et 1 molécule de D.

En d'autres termes 1 mole de A doit réagir avec 1 mole de B.

◆ Lorsque l'on effectue expérimentalement la réaction, à partir de solutions de A et de B, il faut tenir compte de leur concentration, de telle manière que le bon nombre de molécules (ou de moles) réagissent.

Si la solution de A est de concentration 2 M (2 moles de A par litre de solution) et que la solution de B est de concentration 0.5 M (0.5 mole de B par litre), alors il sera nécessaire de faire réagir, par exemple, 1 litre de solution de A (c'est-à-dire 2 moles de A) avec 4 litres de solution de B (c'est-à-dire 4×0.5 mole = 2 moles de B), pour que la réaction soit complète (ou 1 ml de A avec 4 ml de B, c'est-à-dire 0.002 mole de A avec 0.002 mole de B).

- ? 5. On désire neutraliser 10 ml d'acide chlorhydrique 0.01 M par des solutions d'hydroxyde de sodium de différentes concentrations. Établir l'équation équilibrée de la réaction de neutralisation. Compléter le tableau ci-dessous avec les volumes et concentrations nécessaires à la neutralisation de la solution d'acide chlorhydrique.

	Volume [ml]	Concentration [mole/L]
solution de HCl à neutraliser	10	0.01
solution de NaOH 1		0.01
solution de NaOH 2		1
solution de NaOH 3	1	

- ? 6. Lors de la neutralisation, un sel est formé. Nommer ce sel et proposer une méthode simple pour le récupérer.

RECUPERATION ET NETTOYAGE

Vider toutes les solutions dans l'évier, sous courant d'eau. Récupérer les pipettes Pasteur utilisées dans la poubelle pour verre usagé.

Laver la verrerie utilisée à l'eau, puis la rincer à l'eau déminéralisée.

PREPARATION

Expérience individuelle.

1. Solution d'hydroxyde de sodium 1 M:

Peser 4.0 g de NaOH, dissoudre dans de l'eau déminéralisée et compléter à 100 ml avec de l'eau déminéralisée (suffisant pour environ 20 étudiants).

2. Solution d'acide chlorhydrique 0.1 M:

Ajuster 1.3 ml de HCl concentré (25 %) à 100 ml avec de l'eau déminéralisée (suffisant pour environ 20 étudiants).

3. Matériel nécessaire pour un groupe de 2 étudiants:

1 bécher de 100 ml

2 béchers de 50 ml

2 pipettes jaugées de 1 ml

1 propipette

2 fioles jaugées de 100 ml

2 pipettes Pasteur avec tétine

bandelettes indicatrices de pH permettant de différencier pH = 1 de pH = 3 (p.ex. Merck Acilit pH 0-6; #9531), et pH = 12 de pH = 14 (p.ex. Merck Alkalit pH 7.5-14, #9532); les rouleaux de papier indicateur de pH ne conviennent pas à cette expérience (impossible de différencier les solutions mères et diluées).

4. Durée de l'expérience:

Environ 30 min de manipulations.

DISCUSSION

? 1. Compléter les informations du tableau ci-dessous.

Solution de NaOH	Facteur de dilution	Concentration [mole/L]	Concentration [g/L]	pH lu
solution mère	1	1	40	14
solution diluée	100	0.01	0.4	12
Solution de HCl	Facteur de dilution	Concentration [mole/L]	Concentration [g/L]	pH lu
solution mère	1	0.1	3.645	1
solution diluée	100	0.001	0.03645	3

? 2. Proposer une formule exprimant le facteur de dilution (d) en fonction du volume de la solution mère prélevé (V_1) et du volume de solvant ajouté (V_2).

Intuitivement, le facteur de dilution est de 100 lorsqu'on dilue 1 ml dans un volume final de 100ml. L'expression du facteur de dilution est:

$$d = (V_1 + V_2)/V_1 = V_{\text{total}}/V_{\text{prélevé}}; \text{ Dans notre cas: } d = (1 + 99)/1 = 100.$$

Notons qu'on n'exprime généralement pas le facteur de dilution en fonction du volume de solvant ajouté, mais directement en fonction du volume final. En effet, seul le volume final (solution mère + solvant) fait foi, particulièrement lorsque le mélange de deux solutions conduit à une contraction ou dilatation de volume.

? 3. Discuter l'évolution du pH en fonction de la variation de concentration (exprimée en g/L ou en mole/L) des solutions de NaOH, respectivement de HCl.

Qualitativement, le pH diminue lorsque l'on passe de la solution mère de NaOH à la solution diluée.

Inversément, le pH augmente lorsque l'on passe de la solution mère de HCl à la solution diluée.

Si la notion de pH n'a pas été introduite précédemment, on peut dans tous les cas conclure que le pH n'est pas relié spécifiquement à la concentration de NaOH ou de HCl, puisqu'il diminue pour la dilution de NaOH, mais qu'il augmente pour la dilution de HCl.

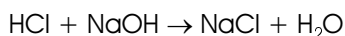
? 4. Que peut-on dire de l'importance de la variation de pH en fonction du facteur de dilution?

Le pH augmente de 2 unités lorsque le facteur de dilution est de 100, tant pour la solution de NaOH que pour la solution de HCl. En effet, puisque $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$, le pH variera de 1 unité pour chaque variation de concentration en protons d'un facteur 10.

? 5. On désire neutraliser 10 ml d'acide chlorhydrique 0.01 M par des solutions d'hydroxyde de sodium de différentes concentrations.

Etablir l'équation équilibrée de la réaction de neutralisation.

Compléter le tableau ci-dessous avec les volumes et concentrations nécessaires à la neutralisation de la solution d'acide chlorhydrique.



1 molécule de NaOH est nécessaire pour neutraliser 1 molécule de HCl; donc 1 mole de NaOH est nécessaire pour neutraliser 1 mole de HCl.

La solution de HCl à neutraliser a une concentration 0.01 M, c'est-à-dire 0.01 mole par litre; 10 ml doivent être neutralisés, c'est-à-dire 10^{-4} moles de HCl.

Si une solution NaOH de même concentration est utilisée, un volume identique sera nécessaire. Si la concentration du NaOH est 100 fois plus élevée, il faudra en utiliser un volume 100 fois plus faible. Finalement, si 1 ml de NaOH est utilisé, cela signifie que le NaOH est exactement 10 fois plus concentré que le HCl.

	Volume [ml]	Concentration [mole/L]
solution de HCl à neutraliser	10	0.01
solution de NaOH 1	10	0.01
solution de NaOH 2	0.1	1
solution de NaOH 3	1	0.1

? 6. Lors de la neutralisation, un sel est formé. Nommer ce sel et proposer une méthode simple pour le récupérer.

Le sel est le chlorure de sodium. Il peut être récupéré par simple évaporation de l'eau, comme cela est pratiqué dans les salins marins.