



pH d'une solution aqueuse – Acide fort – Base forte - Dosage

Le volume molaire sera pris égal à 24,8 L à 25°C sous la pression de 1 bar. Les mesures de pH se font toutes à 25° C.

Exercice n°1 :

Le sulfate de sodium du commerce est un solide ionique hydraté de formule $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$.

1. Quelle masse de ce composé faut-il placer dans une fiole jaugée de 250 mL pour que la solution aqueuse obtenue après la dilution ait une concentration $C = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$?
2. Quelles sont alors les concentrations des ions Na^+ et SO_4^{2-} qu'elle contient, sachant que la dissolution du sulfate de sodium s'accompagne d'une dispersion totale de ces ions ?
3. La solution de sulfate de sodium est-elle électriquement neutre ?
4. Quelle masse de chlorure de sodium pur faudrait-il peser pour obtenir 100 mL d'une solution aqueuse de même concentration en ion Na^+ ?

Exercice n°2 :

On dispose d'une bouteille d'acide méthanoïque titrant 98 % en masse. La masse volumique de l'acide est $1,22 \text{ g.cm}^{-3}$. Avec une pipette, on prélève $11,5 \text{ cm}^3$ de l'acide que l'on verse dans une fiole jaugée de 1 L. On verse ensuite de l'eau pure pour obtenir 1 L de solution que l'on note S_3 .

1. Déterminer la masse m d'acide méthanoïque prélevée.
2. Déterminer la concentration C_1 de la solution S_1 .
3. Quel volume d'eau pure faut-il verser sur les 20 mL de la solution S_1 pour avoir une solution S_2 de concentration $C_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
4. On dilue 10 fois la solution S_2 . Calculer le volume d'eau pure nécessaire à cette dilution et la concentration C_3 de la solution S_3 obtenue.

Exercice n°3 :

1. Préparation d'une solution d'acide bromhydrique

Une solution de 1 L d'acide bromhydrique (qui est un acide fort) a un $\text{pH} = 3$.

Quel volume de bromure d'hydrogène (considéré comme un gaz parfait) a-t-il fallu dissoudre dans 1 L d'eau pure pour obtenir cette solution ?

2. Préparation d'une solution d'hydroxyde de potassium

Le pH d'une solution de 1 L d'hydroxyde de potassium (qui est une base forte) vaut 9,5.

Quelle masse de KOH a-t-il fallu utiliser pour obtenir une telle solution ?

3. Dilution et pH

On considère une solution aqueuse d'acide nitrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$) de volume $V_A = 50 \text{ mL}$ et de concentration $C_A = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. Le pH est 3,2.

- 1) Montrer que l'acide nitrique est un acide fort. Ecrire l'équation de la réaction de dissolution.
- 2) On prélève $V_1 = 20 \text{ mL}$ de cette solution et on complète avec de l'eau pure afin d'obtenir un volume final $V = 100 \text{ mL}$. Préciser la verrerie nécessaire.
- 3) Calculer le pH de la solution finale.

4. Ion éthanolate

On dispose d'une solution d'éthanolate de sodium, de volume 25 mL et de concentration $6,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le pH mesuré est de 11,8.

- 1) L'ion éthanolate est-il une base forte ? Si oui, écrire l'équation de sa réaction avec l'eau pure.
- 2) On prélève 10 mL de la solution et on complète avec 90 mL d'eau pure. Quel est le pH de la solution finale ?

5. Dilution et Mélange d'acides

1- Une solution d'acide chlorhydrique a un $\text{pH} = 2,4$.

- a) Dans un volume $V_1 = 10 \text{ cm}^3$ de cette solution chlorhydrique, on ajoute un volume $V_2 = 5 \text{ cm}^3$



d'eau pure. Quel est le pH final ?

b) Quel volume d'eau V faudrait-il verser dans un volume $V_1 = 10 \text{ cm}^3$ de la solution initiale pour que le pH augmente de 1 unité ?

2- On mélange, un volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de $\text{pH} = 2,7$ et un volume $V_2 = 300 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de $\text{pH} = 4$. Quel est le pH de la solution finale ?

3- On mélange un volume $V_3 = 50 \text{ mL}$ d'une solution d'acide iodhydrique HI (acide fort) de pH inconnu et un volume $V_4 = 150 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de $\text{pH} = 4,5$. Le pH de la solution ainsi obtenue est de 3,2. Quel est le pH inconnu ?

Exercice n°4 :

I- Potasse et acide iodhydrique

On mélange un volume $V_B = 20 \text{ mL}$ d'une solution d'hydroxyde de potassium ou potasse ($\text{K}^+ + \text{OH}^-$) de concentration C_B inconnue et volume $V_A = 10 \text{ mL}$ d'acide iodhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{I}^-$) de concentration

$C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Le mélange a un $\text{pH} = 10$.

1. Ecrire l'équation de la réaction et calculer les quantités de matière puis les concentrations des différentes espèces présentes dans la solution.
2. Déterminer C_B et en déduire le pH de la solution initiale d'acide iodhydrique.
3. Quel volume V d'acide iodhydrique doit-on rajouter pour atteindre l'équivalence ?
Que vaut alors le pH ?

II-Acide bromhydrique et soude

On mélange un volume $V_A = 50 \text{ mL}$ d'acide bromhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Br}^-$), de $\text{pH} = 2,3$ et volume $V_B = 50 \text{ mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium de pH inconnu.

1. Écrire l'équation de la réaction ayant lieu.
2. Quel devrait être le pH de la solution de soude pour que le pH du mélange soit égal à 7 ?
3. On suppose cette condition réalisée. Si on ajoute $V' = 5 \text{ mL}$ de la solution d'hydroxyde de sodium au mélange précédent, quel sera le pH final ?

III-éthanolate de sodium et d'acide chlorhydrique

On mélange $V_B = 20 \text{ mL}$ d'une solution d'éthanolate de sodium de concentration $C_B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ avec $V_A = 30 \text{ mL}$ d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

1. Quel est le pH des deux solutions avant leur mélange ?
2. Écrire l'équation de la réaction qui se produit.
3. Calculer les quantités de matière puis les concentrations des espèces présentes en solution.
La solution obtenue est-elle acide ou basique ? Déterminer son pH.

Exercice n°5 :

L'acide sulfurique (H_2SO_4) est un diacide fort.

Un litre d'une solution S d'acide sulfurique a été préparé en diluant un volume $V_0 = 5 \text{ mL}$ d'une solution commerciale, notée S_0 . On dose un volume $V = 10 \text{ mL}$ de S par une solution B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,1 \text{ mol/L}$. L'équivalence est obtenue pour un volume $V_B = 16 \text{ mL}$.

1. Écrire l'équation bilan de dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau.
2. Décrire très précisément la préparation de la solution S à partir de S_0 .
3. Pour vérifier la présence d'ion sulfate dans la solution S, on ajoute une solution de chlorure de baryum (BaCl_2). Que se passe-t-il ? Écrire l'équation bilan de la réaction correspondante.
4. Déterminer la concentration des ions H_3O^+ dans la solution S ; en déduire la concentration C de la solution S, puis la concentration C_0 de S_0 .
5. L'étiquette du flacon contenant la solution commerciale S_0 indique : « densité par rapport à l'eau $d = 1,81$; 90% en masse d'acide sulfurique ». Les résultats trouvés sont-ils en accord avec ces indications ?



Exercice n°6:

Dosage d'une solution d'acide chlorhydrique par la soude

Dans un bécher contenant un volume $V_A = 100 \text{ mL}$ d'acide chlorhydrique, on verse, à l'aide d'une burette, une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Le tableau ci-dessous indique pour différentes valeurs du volume V_B en mL de la solution de base versée, les valeurs correspondantes du pH.

V_B (mL)	0	1,5	3	5	7	7,5	8	8,5	8,7	9	9,3	9,5	10	10,5	11	13
pH	2,1	2,2	2,3	2,4	2,7	2,8	3,0	3,4	3,7	7,0	10,0	10,4	10,8	11,0	11,2	11,4

1. Construire le graphique $\text{pH} = f(V_B)$ sur papier millimétré, en indiquant l'échelle.
2. Déterminer la concentration C_A , en mol.L^{-1} , de la solution d'acide chlorhydrique utilisée.
3. Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'ion hydroxyde et l'acide chlorhydrique.
4. Parmi les trois indicateurs colorés cités ci-dessous quels sont ceux qui pourraient servir au dosage de l'acide ? Comment serait repéré le volume équivalent ?

Indicateurs	Valeurs du pH				
Hélianthine	rouge	3,1	orange	4,4	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0	vert	7,6	bleu
jaune d'alizarine	jaune	10,1	orange	12	rouge

Exercice n°7:

L'étiquette d'une bouteille contenant une solution S_0 d'acide chlorhydrique porte les indications suivantes : « Acide chlorhydrique : masse volumique $\rho = 1190 \text{ g.L}^{-1}$; pourcentage en masse d'acide chlorhydrique : 37% »

On introduit $V = 4,2 \text{ mL}$ de S_0 dans une fiole jaugée de 500 mL contenant environ 100 mL d'eau distillée puis on complète, jusqu'au trait de jauge, avec de l'eau distillée.

1. Décrire le prélèvement des 4,2 mL.
2. Pourquoi a-t-on introduit de l'eau distillée dans la fiole jaugée avant d'introduire la solution d'acide chlorhydrique ?
3. Déterminer l'ordre de grandeur de la concentration de la solution S ainsi préparée.
4. Afin de vérifier cette concentration, on dose S par une solution B d'hydroxyde de potassium de concentration $C_b = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Dans 20 mL de la solution B , on verse V_s mL de la solution S et l'on mesure le pH après chaque ajout. On obtient les résultats suivants

V_s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5	9	10	11	12	13
pH	12,6	12,5	12,45	12,35	12,25	12,10	11,95	11,70	11,15	3,60	2,72	2,30	2,10	2,0	1,90

- a) Construire la courbe $\text{pH} = f(V_s)$. Déterminer le point équivalent V_{SE} .
 - b) En déduire la concentration de la solution S . Conclure.
5. Choisir, dans la liste ci-dessous, un indicateur coloré adapté pour ce dosage, et indiquer l'évolution de teinte lors du virage. Justifier la réponse

Indicateur coloré

- Hélianthine
- Bleu de bromophénol
- Bleu de bromothymol

Zone de virage et couleur

- rouge 3,1 – 4,4 jaune
- jaune 3,0 – 4,6 bleu
- jaune 6,0 – 7,6 bleu

Exercice n°8:

Dans un laboratoire on dispose des produits suivants

- Une solution d'hydroxyde de sodium de masse volumique $\rho = 1,2 \text{ kg.L}^{-1}$ et pourcentage



massique d'hydroxyde de sodium pur 16,7%

- Une solution d'acide sulfurique de concentration volumique C_0
 - De l'eau distillée
1. Montrer que la concentration volumique C_b de la solution S d'hydroxyde de sodium peut s'écrire : $C_b = \frac{167}{40} \rho$ (ρ étant exprimée en kg.L^{-1})
 2. On prélève 10mL de la solution S qu'on dilue pour obtenir une solution S' de concentration molaire volumique $C'_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Déterminer le volume d'eau distillée nécessaire à la préparation de S'
 3. Afin de déterminer la concentration C_0 de la solution d'acide sulfurique, on dose 10mL de celle-ci par la solution diluée S' d'hydroxyde de sodium
 - a) Écrire l'équation bilan de la réaction.
 - b) A l'équivalence, le volume de la solution S' d'hydroxyde de sodium utilisé est de 20mL. Définir l'équivalence acido-basique et évaluer, justification à l'appui, le pH du mélange à l'équivalence.
 - c) Calculer la concentration C_0 de la solution sulfurique
 - d) Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces présentes dans le mélange obtenu à l'équivalence.

Exercice n°9 :

1. On mesure le pH d'une solution aqueuse S_0 d'acide perchlorique HClO_4 , dont la concentration est $C_0 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. On trouve $\text{pH} = 2,6$
 - 1.1. Montrer que l'acide perchlorique est un monoacide fort
 - 1.2. Écrire l'équation de la réaction de l'acide perchlorique avec l'eau
 - 1.3. Indiquer le mode opératoire et la verrerie utilisée pour obtenir 100mL de solution S_1 d'acide perchlorique de concentration $C_1 = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ à partir de la solution précédente
 - 1.4. Quel est le pH de la solution S_1 ?
2. Une solution commerciale S'_0 d'hydroxyde de calcium Ca(OH)_2 dibase forte a une densité par rapport à l'eau $d = 1,4$ et titre 37% d'hydroxyde de calcium en masse
 - 2.1. Montrer que la concentration molaire de cette solution S'_0 est $C_0 = 7 \text{ mol.L}^{-1}$
 - 2.2. Quel volume V'_0 de cette solution S'_0 doit-on diluer par de l'eau pure pour obtenir 2L de solution S'_1 de pH égal à 12,5 ? avec quelle verrerie mesure-t-on V'_0 ?
3. A $V_A = 175 \text{ mL}$ de la solution S_0 d'acide perchlorique, on ajoute $V_0 = 25 \text{ mL}$ de la solution S'_1 d'hydroxyde de calcium
 - 3.1. Écrire l'équation bilan de la réaction acide-base qui se produit.
 - 3.2. La solution obtenue est-elle acide, neutre ou basique ? justifier la réponse
 - 3.3. Quel est le pH du mélange ?