

Série d'exercices : Réaction acide faible/base forte (et vice versa), Effet tampon. Dosage

Exercice 1

Données :

- Produit ionique de l'eau $K_e = 10^{-14}$ à 25° C.
- Masses molaires atomiques : H=1 g.mol⁻¹; C = 12 g .mol⁻¹ ; O = 16 g.mol⁻¹ .
- L'acide benzoïque, de formule C₆H₅COOH, est un solide blanc peu soluble dans l'eau ($K_a = 6,3 \cdot 10^{-5}$)

On dispose d'une solution A d'acide benzoïque de concentration $C_a = 10^{-2}$ mol.L⁻¹

- 1) Quelle est la masse d'acide benzoïque utilisé pour préparer 500 mL de solution A ?
- 2) Le pH de la solution A est à 3,1.
 - 2.1) Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau
 - 2.2) Quelle est la valeur de la constante d'équilibre K correspondante ? conclure
- 3) Dans un volume $V_A = 20,0$ mL de solution A, on verse progressivement une solution B de soude (ou hydroxyde de sodium) de concentration $C_B = 2 \cdot 10^{-2}$ mol .L⁻¹.
 - 3.1) Écrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et l'ion hydroxyde
 - 3.2) Le pH à l'équivalence est-il inférieur, égal ou supérieur à 7 ? Justifier sans calcul.
 - 3.3) Déterminer le volume V_{BE} de solution de soude versé à l'équivalence.
 - 3.4) Déterminer la valeur du pH du mélange pour $V_B = \frac{V_{BE}}{2}$
- 3.5) On désire préparer une solution tampon de 100 cm³
 - a) Qu'est-ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ?
 - b) Calculer les volumes V_1 de la solution A de l'acide et V_2 de la solution B de soude précédente qu'il faut mélanger pour obtenir cette solution tampon.

Exercice 2

Dans tout l'exercice, le produit ionique de l'eau pure est pris égal à 10^{-14} . Soit (S) une solution d'ammoniac de concentration molaire C_b .

- 1) Sachant que l'ammoniac (NH₃) est une base faible, écrire l'équation de la réaction qui accompagne sa mise en solution dans l'eau pure.
- 2) Etablir l'expression du pH d'une base faible (faiblement ionisée) connaissant sa concentration C_b et son pKa
- 3) Un volume $V_b = 30$ mL de la solution (S) est dosé à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 0,1$ mol.L⁻¹. Un schéma annoté du montage est décrit sur la figure ci- après :

Nature du point	pH du mélange réactionnel	Volume de la solution acide ajouté (mL)
Point de demi-équivalence	9,2	15
Point d'équivalence	5,25	30

Définir l'équivalence acido-basique. En déduire la valeur de C_b

- 4) Déterminer la valeur du pKa du couple NH_4^+ / NH_3 . Justifier .
- 5) Pour permettre une bonne immersion de l'électrode du pH-mètre dans le mélange réactionnel, on ajoute environ 40 mL d'eau pure aux 30mL de la solution de base contenue dans le bécher, et on refait les mesures effectuées au cours de ce dosage.
 - 5.1) Préciser en le justifiant si, à la suite de cette dilution, chacune des deux valeurs portées dans le tableau de mesures et relatives au :
 - Volume de la solution acide ajoutée pour atteindre l'équivalence,
 - pH du mélange réactionnel à l'équivalence reste inchangée, subit une augmentation ou une diminution.
- 6) on considère le mélange après l'ajout de l'eau
 - 6.1) Calculer la nouvelle valeur du pH à l'équivalence
 - 6.2) Calculer les concentrations des espèces chimiques, autres que l'eau, présentes dans le mélange réactionnel à la demi-équivalence

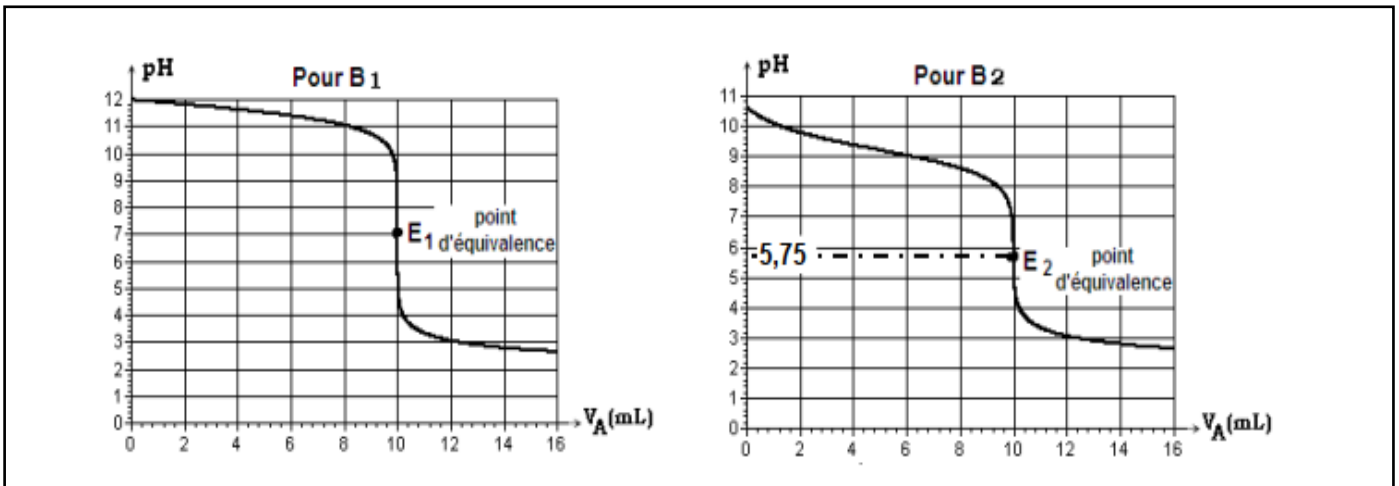
Exercice 3

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$.

- 1) On dispose de deux solutions basiques (S₁) et (S₂) de même concentration molaire C_B et préparées respectivement à partir de deux monobases **B₁** et **B₂**.

En réalisant le dosage d'un volume $V_B = 10$ cm³ de chacune des deux solutions par la même solution d'acide chlorhydrique de concentration C_A , on obtient les courbes ci-dessous.

- 1.1) Justifier que l'une des deux bases est forte et que l'autre est faible.
- 1.2) Déterminer, graphiquement, la concentration C_B , C_A et le pKa du couple acide-base correspondant à la base faible.
- 2) Pour chacun des deux cas, écrire l'équation de la réaction du dosage et retrouver, numériquement, la valeur prise par le pH au point d'équivalence.
- 3) Vérifier qu'après l'addition d'un volume $V_A = 20$ mL, les deux mélanges auront un même pH que l'on déterminera.



4) On désire préparer une solution tampon, par mélange de la solution d'acide chlorhydrique précédente avec l'une des solutions basiques (S₁) et (S₂).

4.1) Quelles sont les propriétés d'une solution tampon ?

4.2) Indiquer la solution basique qui convient le mieux à cette préparation.

4.3) A l'aide de la solution choisie, on désire préparer un mélange tampon de pH=9,2. Pour cela on réalise l'une des expériences suivantes :

Expérience 1

A un volume V₀ = 20 mL de la solution de base déjà choisie, on ajoute, à l'aide d'une burette graduée de 25 mL, la solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_A jusqu'à que le pH-mètre indique une valeur égale à 9,2.

Expérience 2

A un volume V₀ = 20 mL de la solution de base déjà choisie, on ajoute, à l'aide d'une burette graduée de 25 mL, de l'eau distillée jusqu'à que le pH-mètre indique une valeur égale à 9,2.

a) Calculer le volume de la solution d'acide à ajouter dans le cas de la première expérience.

b) Calculer le volume d'eau à ajouter dans le cas de la deuxième expérience.

c) Combien de fois fallait-il remplir la burette dans chacune des deux expériences ?

d) Quelle est l'expérience qui vous semble la plus simple à réaliser ?

Exercice 4

Un professeur de Sciences Physiques trouve dans le laboratoire de son lycée un flacon sans étiquette contenant une substance liquide.

1) Détermination de la nature de la substance:

Pour déterminer la nature de cette substance, il procède à deux types d'analyses:

► Une analyse qualitative lui permettant de déterminer la présence de trois éléments chimiques dans la substance: le carbone (C), l'hydrogène (H) et l'azote (N).

► Une analyse quantitative lui permettant de déterminer la composition centésimale massique du carbone et de l'hydrogène dans une masse m de la substance: %C = 53,3 ; %H = 15,6.

Afin de déterminer le nombre d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'azote de la substance, il écrit sa formule brute sous la forme C_xH_yN_z où x, y et z sont des entiers naturels non nuls.

Déterminer la formule brute de cette substance puis en déduire les formules semi-développées possibles, sachant qu'elle renferme un seul atome d'azote.

2) Identification de la substance:

Afin d'identifier la substance dans le flacon, le professeur décide de doser un volume V_b = 30 mL de la substance par une solution d'acide chlorhydrique (H₃O⁺ + Cl⁻) de concentration C_a = 0,1 mol.L⁻¹.

Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange au cours de cette manipulation. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-après où V_a représente le volume d'acide versé:

V _a (mL)	0	5	9	15	16	17	18	19	20	21	25	30
pH	11,8	11,2	10,8	10,1	9,9	9,5	6,1	2,7	2,4	2,2	1,9	1,7

2.1) Faire le schéma annoté du dispositif de dosage.

2.2) Tracer la courbe pH = f(V_a).

On prendra comme échelles : en abscisses 1cm pour 3 mL, en ordonnées 1 cm pour une unité de pH.

2.3) Déterminer les coordonnées du point équivalent par une méthode que l'on précisera.

2.4) En déduire:

► La concentration molaire C_b de la substance.

► Le pK_a du couple associé à la substance.

► Identifier la substance.

Noms	pK _a du couple
N,Ndiméthyléthanimine	9,87
Ethanamine	10,8
N,éthyléthanimine	11,1