

TP n°2 : on n'attrape pas les fines mouches de Term spé avec du vinaigre

Le vinaigre est aussi vieux que la civilisation elle-même, peut-être plus. Les bactéries qui transforment l'éthanol en acide acétique sont présentes partout dans le monde, et toute culture fabriquant la bière ou le vin a inévitablement découvert le vinaigre, résultat naturel de l'évolution de ces boissons alcoolisées laissées à l'air libre.

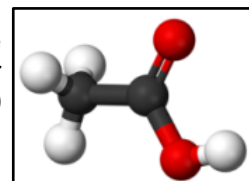
Les romains faisaient bouillir le «vin aigre» dans des récipients de plomb pour produire un sirop très sucré, le sapa ou sucre de plomb, qui provoqua de nombreux empoisonnements au plomb dans l'aristocratie romaine. Partons à la découverte de cet acide particulier !



Objectif : Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer graphiquement le pK_a d'un couple acide-base

Document 1 : Composition du vinaigre

Bien connu pour ses qualités gustatives, le vinaigre est aussi utilisé aujourd'hui comme produit ménager pour ses propriétés désinfectantes et anti-calcaire. Il est fabriqué par oxydation naturelle de l'éthanol présent dans le vin ou le cidre. Son pH est compris entre 2,0 et 3,0 et il contient majoritairement de l'acide éthanoïque de formule CH_3COOH .



L'acide éthanoïque, noté AH, (voir molécule ci-contre) est un acide faible. Sa base conjuguée, notée A^- est l'ion éthanoate, de formule CH_3COO^- .

Document 2 : Mélange d'un acide faible et de sa base conjuguée

En l'absence d'autres acides ou bases, le mélange d'une quantité $n_{i(AH)}$ d'un acide faible et d'une quantité $n_{i(A^-)}$ de sa base conjuguée dans l'eau conduit à l'équilibre chimique suivant :



Ainsi, les concentrations des deux espèces ne varient pas et restent égales aux concentrations initiales dans le mélange : $[AH]_f = [AH]_i = \frac{n_i(AH)}{V_{mélange}}$ et $[A^-]_f = [A^-]_i = \frac{n_i(A^-)}{V_{mélange}}$

Document 3 : Constante d'acidité K_a d'un couple Acide (AH) / Base (A^-) dans l'eau

La valeur du rapport $\frac{[A^-]_f [H_3O^+]_f}{[AH]_f}$ est constante à une température donnée et porte le nom de constante d'acidité, noté K_a .

Le pK_a est défini par $pK_a = -\log(K_a)$. La relation qui lie le pH et le pK_a du couple HA/ A^- est alors :

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}\right)$$

Le pK_a d'un couple peut être déterminé graphiquement, en mesurant le pH de différentes solutions obtenues par des mélanges de volumes variables de l'acide et de sa base conjuguée.

Document 4 : Précision de la verrerie

La précision d'une pipette ou d'une fiole jaugée, d'une pipette, d'une burette ou d'une éprouvette graduée, est écrite sur la verrerie. Elle dépend de la classe (A ou B) et du volume de l'instrument de verrerie utilisé.

De manière générale on peut considérer sans trop d'erreur que les pipettes jaugées, graduées ainsi que les burettes ont une précision comprise entre 0,03 et 0,2 mL ; alors que les éprouvettes graduées ont une précision comprise entre 1mL et 2 mL.

1. Analyse des solutions et du matériel mis à disposition

1.1. Quelle solution acide avez-vous à disposition ? Noter sa formule chimique et le couple auquel cet acide appartient.

1.2. Quelle solution basique avez-vous à disposition ? Noter sa formule chimique et le couple auquel cette base appartient.

1.3. Ecrire l'équation de transformation chimique qui a lieu.

1.4. A partir du matériel présent sur votre paillasse ainsi que sur le bureau du professeur, remplir la colonne verrerie du tableau donné en annexe en sachant qu'il faut :

- tenir compte de la précision
- utiliser un seul instrument de verrerie par solution



Appeler le professeur pour qu'il vérifie vos réponses.

2. Réalisation des mélanges et mesures de pH

A l'aide du matériel nécessaire réaliser les mélanges et mesurer leur pH.




Appeler le professeur quand vous êtes sur le point de réaliser votre premier mélange **ET** lors de votre première mesure de pH.

Remplir la quatrième ligne du tableau donné en annexe.

3. Exploitation

3.1. En admettant que : $\frac{[A^-]_f}{[AH]_f} = \frac{V_{A^-}}{V_{AH}}$, remplir les cinquième et sixième lignes du tableau donné en annexe.

3.2. Avec le logiciel Regressi, tracer la courbe $\text{pH} = f\left(\log\left(\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}\right)\right)$. (Si besoin : fiche méthode du logiciel présente dans le porte-vues de la salle)

3.3. Dire quel type de fonction on obtient. Donner son équation mathématique.  (fiche méthode : « Etude de droites ou fonctions » dans les portes vues de la salle). Modélisez-la à l'aide de regressi.

3.4. En identifiant chacun des termes de l'équation mathématique en vous aidant du doc.3., donner la valeur du pKa.

3.5. En utilisant les résultats du rapport $\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$, comparer $[A^-]_f$ et $[AH]_f$ dans la dernière ligne du tableau donné en annexe. (Comparer revient à dire si $[A^-]_f$ est inférieure ou supérieure à $[AH]_f$).

3.6. En vous aidant du tableau de l'annexe entièrement complété, remplir le diagramme de prédominance ci-dessous :

- noter la valeur du pKa
- indiquer sur les pointillés les inégalités trouvées à la question 3.6 entre $[A^-]_f$ et $[AH]_f$

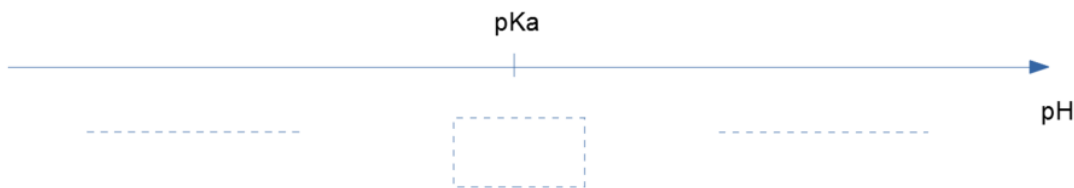


Diagramme de prédominance d'un couple acide/base