

TP5 : Thermochimie

MP 2026-2027, Lycée Baimbridge

6 octobre 2026

Matériel

Solution d'acide éthanoïque de concentration $C_0 = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, solution d'éthanoate de sodium de concentration $C_0 = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, pH-mètre et solutions tampons d'étalonnage, bain-marie, glaçons, 2 béchers de 250 mL, 3 béchers de 100 mL, deux burettes graduées, thermomètre.

Données de sécurité

Port de la blouse et d'une tenue adaptée obligatoires.

Acide éthanoïque : H226 (liquide et vapeurs inflammables); H314 (provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux)

Ethanoate de sodium : H226 (liquide et vapeurs inflammables); H290 (peut être corrosif pour les métaux); H314 (provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux)

Objectif

On souhaite déterminer la constante d'équilibre d'une réaction chimique en fonction de la température.

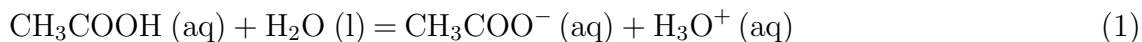
Compétences évaluées

- Réaliser une mesure de pH
- Mesurer des volumes
- Évaluer rigoureusement des incertitudes de mesure
- Déterminer une constante de réaction à partir de mesures pH-métriques

Consignes pour le compte rendu de TP :

- *Décrire le protocole expérimental utilisé*
- *Utiliser un maximum de schémas*
- *Répondre aux questions à l'aide des numéros*
- *Apporter un soin particulier aux chiffres significatifs et au traitement des incertitudes*
- *Si la question n'est pas aboutie, indiquer tout de même ce que vous avez fait, vos mesures, et ce que vous auriez fait si vous aviez eu plus de temps*
- *Ne pas y passer trop de temps, vous êtes avant tout là pour manipuler !*

Dans ce TP, nous allons mesurer la constante de réaction d'une réaction classique, qui n'est autre que la constante d'acidité ($K^\circ = K_a$) :



Commencer par faire chauffer le bain-marie à la température qui vous a été indiquée.

□ 1 – A partir de la loi d'action de masses, exprimer la constante d'acidité K_a en fonction des concentrations en espèces chimiques à l'équilibre.

On rappelle que le pH et le pK_a sont définis par :

$$pH = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad ; \quad pK_a = -\log K_a \quad (2)$$

□ 2 – Montrer que, à l'équilibre :

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad (3)$$

On en déduit qu'une mesure du pH d'une solution contenant les deux espèces à des concentrations connues permet de remonter au pK_a du couple acido-basique.

On dispose de deux solutions, de même concentration $C_0 = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$:

- Une solution A d'acide éthanóïque
- Une solution B d'éthanoate de sodium.

En mélangeant les solutions A et B, aucune réaction n'a lieu entre CH_3COOH et CH_3COO^- : si un acide réagissait avec sa base conjuguée, il y aurait formation des mêmes espèces. Ainsi, le mélange est sans impact sur les quantités de matière en CH_3COOH et CH_3COO^- , seule la dilution est à prendre en compte.

□ 3 – Relier la valeur du pH aux volumes des deux solutions V_A et V_B dans un mélange.

1 Mesure de K_a à température ambiante

Pour avoir un volume de solution raisonnable (c'est-à-dire qui permet de plonger la sonde de pH-métrie sans consommer trop de solutions), on choisira dans toute la suite des volumes V_A et V_B tels que $V_A + V_B = 50 \text{ mL}$.

□ 4 – Proposer un protocole permettant de mesurer $pK_a = -\log K_a$ à partir d'une régression linéaire sur plusieurs mélanges.

□ 5 – Réaliser le protocole, déterminer pK_a à température ambiante

Conserver tous les mélanges (en notant à quoi ils correspondent) pour la partie suivante.

2 Mesure de K_a en fonction de la température

□ 6 – Répéter les mesures à la température de votre bain marie. En déduire la valeur de pK_a à cette température. Commenter l'ordre de grandeur de la variation observée.

□ 7 – Dans le cours de thermochimie, nous verrons que :

$$K_a = \exp\left(-\frac{\Delta_r G^\circ}{RT}\right) \quad \text{avec} \quad \Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T\Delta_r S^\circ \quad (4)$$

avec $\Delta_r H^\circ$ et $\Delta_r S^\circ$ indépendants de la température. En déduire une expression entre pK_a et $1/T$.

□ 8 – En utilisant les mesures de l'ensemble des groupes, identifiez si cette loi est effectivement vérifiée. Déterminez les valeurs de $\Delta_r H^\circ$ et $\Delta_r S^\circ$

Gestion des déchets : Dans la mesure où l'acide éthanoïque ne présente pas de toxicité pour l'environnement, mis à part son caractère acide, vous pouvez **jeter à l'évier uniquement les solutions qui ont un pH entre 5,5 et 8,5**. Si votre solution a un pH trop élevé ou trop bas, essayez de neutraliser le pH par des mélanges (ex une solution acide avec une basique). Attention, la réaction est exothermique, à ne faire qu'à des concentrations raisonnables ! (ce qui est le cas ici). Appelez-moi si vous avez besoin d'aide.