

TP Chimie 06 DOSAGE pHMETRIQUE

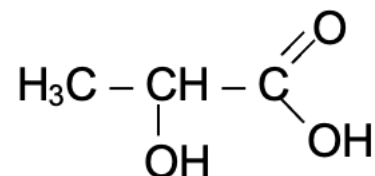
EXERCICES.

Exercice 1 – Acide lactique et dosage dans le sang d'un cheval.

Des tests d'effort sont pratiqués par des vétérinaires afin d'évaluer la condition physique des chevaux. Celle-ci est liée à l'apparition d'acide lactique dans les muscles pouvant entraîner des crampes douloureuses après un exercice physique prolongé.

Données :

- La formule semi-développée de l'acide lactique est la suivante :
- Couples acide/base $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$ et acide lactique/ion lactate : AH/A^-
- Masse molaire de l'acide lactique $M = 90 \text{ g/mol}$
- Données spectroscopiques



Liaison	C-C	C=O	O-H (acide carboxylique)	C-H	O-H (alcool)
Nombre d'onde (cm^{-1})	1000 - 1250	1700 - 1800	2500 - 3200	2800 - 3000	3200 - 3700

Partie 1 : L'acide lactique

1. Entourer sur la représentation précédente les groupes caractéristiques présents dans la molécule et les nommer.
2. Donner la formule de Lewis de l'acide lactique et de l'ion lactate, sa base conjuguée, sachant que l'hydrogène d'un groupe carboxyle a un caractère acide plus fort que celui d'un groupe hydroxyle.
3. Parmi les spectres IR proposés dans le document ci-après, choisir en justifiant celui correspondant à l'acide lactique.

Partie 2. Dosage de l'acide lactique dans le sang du cheval.

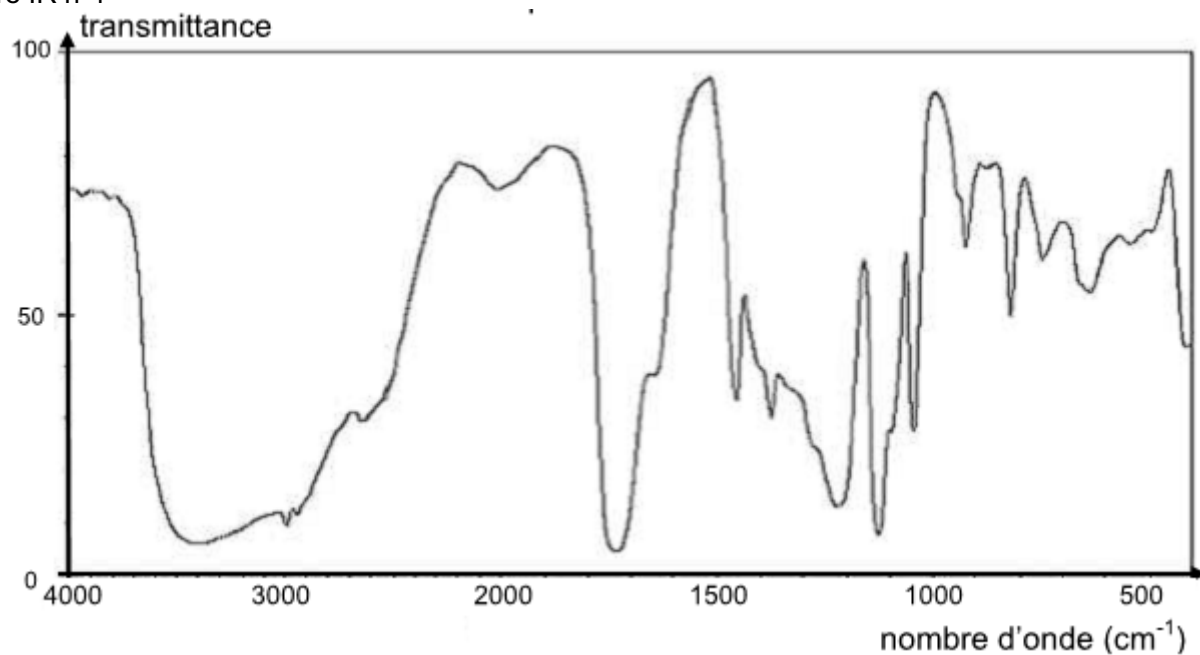
Un vétérinaire prélève ensuite sur ce cheval un volume $V = 1,00 \text{ mL}$ de sang dont il extrait l'acide lactique. Cet acide est dissous dans l'eau pour obtenir une solution S de volume $V_S = (50,00 \pm 0,05) \text{ mL}$. Il réalise le dosage de la totalité de cette solution S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ de concentration molaire $C_1 = (1,00 \pm 0,01) \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

L'équivalence est obtenue pour un volume de solution d'hydroxyde de sodium ajoutée $V_E = (4,0 \pm 0,4) \text{ mL}$.

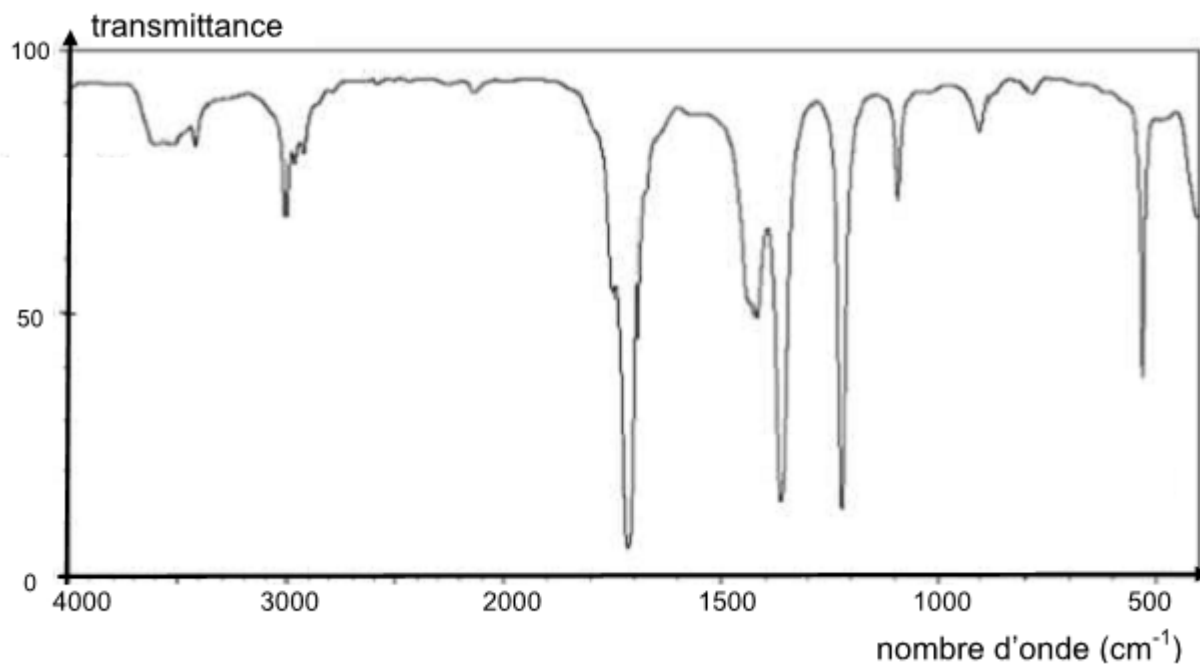
4. Faire un schéma du dispositif.
5. Écrire l'équation de la réaction support du dosage en utilisant la notation AH pour l'acide lactique.
6. Exprimer la concentration molaire C_S en acide lactique de la solution S puis calculer sa valeur.
7. En déduire la concentration en masse en acide lactique dans le sang du cheval.

Document 1 : Spectres IR

Spectre IR n°1



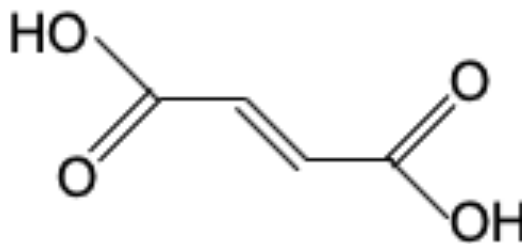
Spectre IR n°2



Exercice 2 – Un traitement à base d'acide fumarique

L'acide fumarique est un composé synthétisé normalement par la peau lorsque celle-ci est exposée au Soleil. Lorsque ce processus est déficient, l'être humain développe une maladie de la peau : le psoriasis.

Le psoriasis touche près de 5 % de la population, il n'existe malheureusement aucun traitement pharmaceutique réellement efficace. Cependant, l'acide fumarique et certains de ses dérivés ont été utilisés avec un succès mesurable, en Europe du Nord et aux États-Unis, depuis plus de 30 ans, pour calmer les démangeaisons, la desquamation et l'inconfort caractéristiques du psoriasis. Des gélules contenant de l'acide fumarique peuvent être ingérées quotidiennement.

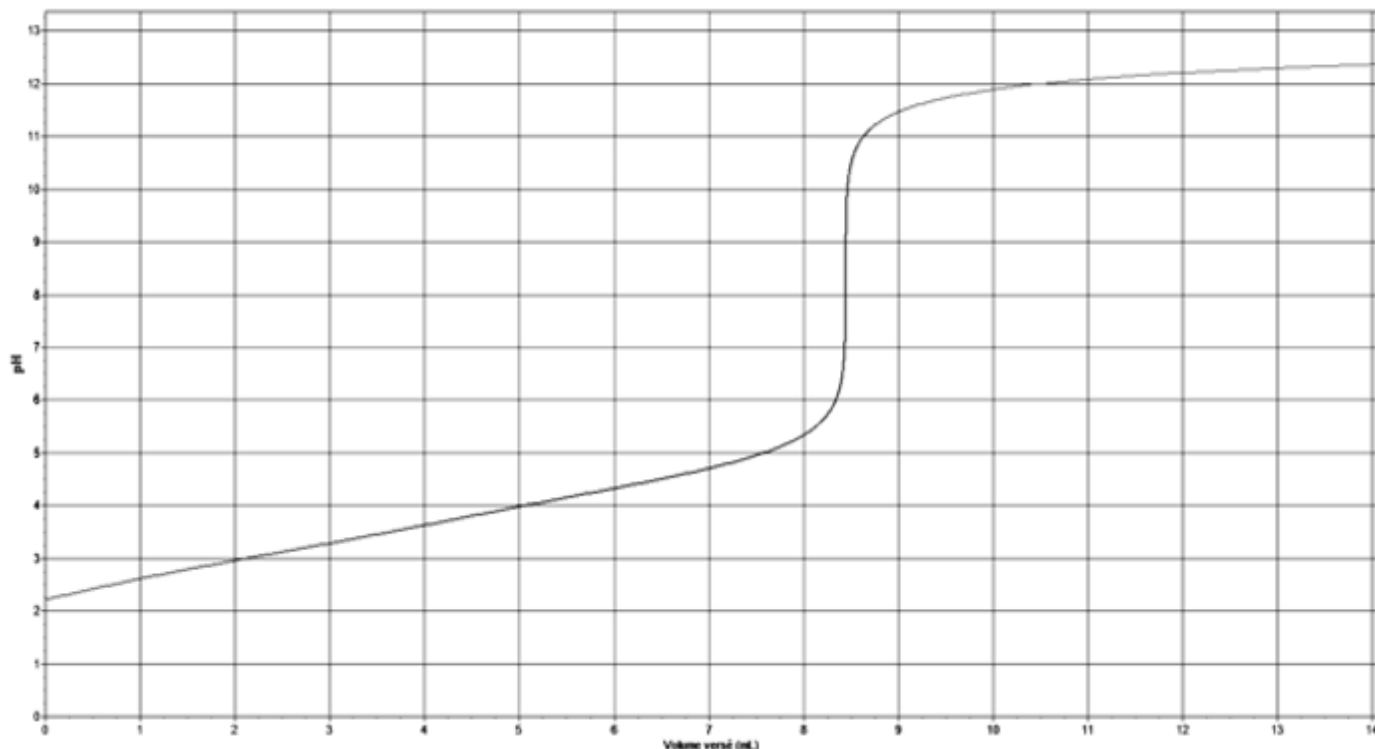


L'objectif de cet exercice est d'effectuer un contrôle qualité des gélules vendues pour le traitement nutritionnel du psoriasis.

On se propose de vérifier l'indication portée sur l'étiquette d'un traitement du psoriasis, à l'aide d'un titrage acido-basique, selon le protocole suivant :

À l'aide d'un mortier, réduire en poudre le contenu d'une gélule.

- Dissoudre la poudre obtenue dans de l'eau distillée de manière à obtenir un volume $V = 100,0$ mL de solution.
- Effectuer une prise d'essai de volume $V_A = 10,0$ mL de la solution.
- Titrer par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 1,0 \times 10^{-1}$ mol.L⁻¹.
- Suivre l'évolution du pH en fonction du volume versé.

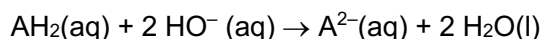


1. Ecrire la formule de Lewis de l'acide fumarique et montrer que c'est un diacide, c'est-à-dire qu'il peut perdre deux ions H^+ .

Données des électronégativités : H = 2,1 C = 2,1 O = 3,5

2. Rappeler la formule de la soude (solution d'hydroxyde de sodium)

L'équation de la réaction, support du titrage, est la suivante :



La courbe d'évolution du pH en fonction du volume de solution versé est donnée ci-dessous.

3. A l'aide de la courbe, déterminer le volume de soude versé à l'équivalence.
4. Parmi les trois indicateurs colorés suivants, lequel est le plus approprié pour effectuer le titrage de l'acide fumarique ? Justifier la réponse.

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 - 4,4	Jaune
Rouge de crésol	Jaune	7,2 - 8,8	Rouge
Jaune d'alizarine R	Jaune	10,1 – 12,1	Violet

5. Déterminer la concentration en masse d'acide fumarique de la solution S.
6. Déterminer, en explicitant votre démarche, la valeur expérimentale m_{exp} de la masse d'acide fumarique contenu dans une gélule.

L'incertitude relative $\left(\frac{U(m_{exp})}{m_{exp}}\right)$ dans les conditions de l'expérience, est donnée par la relation :

$$\left(\frac{U(m_{exp})}{m_{exp}}\right)^2 = \left(\frac{U(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{U(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U(C_B)}{C_B}\right)^2$$

- Incertitude sur un volume mesuré à la burette graduée : $\pm 0,1$ mL
 - Incertitude sur un volume mesuré à la pipette jaugée : $\pm 0,1$ mL
 - Incertitude sur un volume mesuré à la pipette graduée : $\pm 0,2$ mL
 - Incertitude sur concentration de la solution hydroxyde de sodium : $\pm 0,3 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹.
7. Le fabricant affiche une valeur de 500 mg. Cette information est-elle valide ?

Exercice 3 – Titrage pHmétrique acide éthanoïque.

On réalise un dosage par titrage pHmétrique à l'aide d'un suivi pHmétrique d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de formule CH_3COOH .

La solution commerciale est diluée 10 fois

On obtient une solution S dont on prélève 10,0 mL que l'on titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,10 \text{ mol/L}$.

1. Ecrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'ion hydroxyde et l'acide éthanoïque
2. A l'aide de la figure ci-dessous, montrer que la concentration C_{Com} en quantité de matière d'acide éthanoïque apportée dans le vinaigre commercial est égale à 1,4 mol/L.

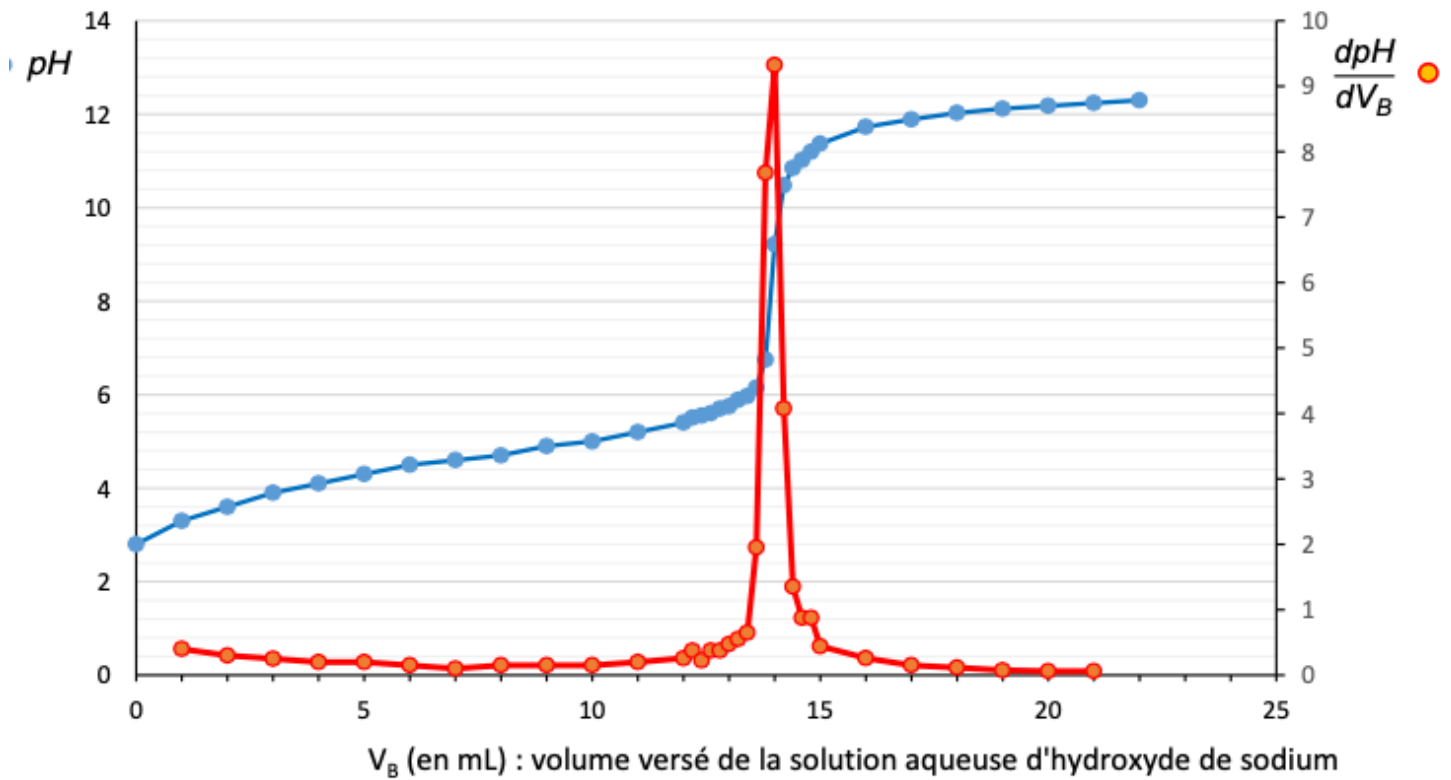


Figure 1. courbe de suivi pH-métrique du titrage de la solution S

Exercice 4 – Dissolution d’une coquille d’œufs

Pour permettre aux enfants de découvrir les sciences, certains sites internet proposent des expériences simples et réalisables chez soi, comme la dissolution d’une coquille d’œuf dans du vinaigre blanc. Dans cet exercice, on se propose de vérifier le titre d’un vinaigre blanc et d’étudier l’action de ce vinaigre sur une coquille d’œuf

Données :

- Couples acide / base $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ & $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$
- pKa du couple (acide éthanóique : ion éthanóate) : 4,8
- Masses molaires atomiques $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Ca}) = 40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Le titre ou l’acidité d’un vinaigre est donné en degré (°) : 1,00 correspond à 1,00 g d’acide éthanóique pur pour 100 g de vinaigre.
- La valeur de la masse volumique du vinaigre ρ est $\rho = 1010 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

1. Tracer le diagramme de prédominance du couple acide éthanóique / ion éthanóate. Indiquer quelle espèce prédomine dans la solution de vinaigre

Pour vérifier le titre en degré du vinaigre, on réalise un titrage avec suivi pH-métrique d’un volume de vinaigre V_{vinaigre} égal à 5,0mL par une solution de soude ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$) de concentration $C_b = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

La valeur du volume relevé à l’équivalence est: $V_{\text{éq}} = 13,4 \text{ mL}$.

2. Faire un schéma annoté du montage expérimental nécessaire à la mise en œuvre du titrage.
3. Écrire la réaction support du titrage qui a lieu entre la solution de soude et le vinaigre.
4. Déterminer la concentration en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de l’acide éthanóique, notée c_a , présent dans ce vinaigre.
5. En détaillant le raisonnement, vérifier que le titre de ce vinaigre est bien de 8°