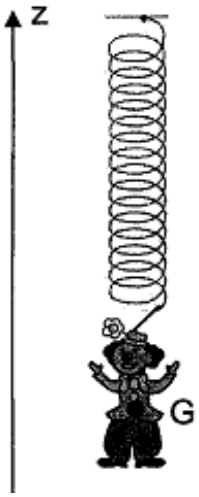
EXERCICE 1 : UN JEU D'ENFANTS (6 points)

Le jouet ci-contre est constitué d'une figurine décorative accrochée à un ressort à fixer au plafond d'une chambre d'enfant.
Les élèves font des expériences avec ce jouet afin de réinvestir leurs connaissances sur les mouvements oscillants et de déterminer les caractéristiques du système étudié.

Dans toute l'étude, on négligera les forces de frottements et la poussée d'Archimède.



1. Mesures de période

1.1. La figurine est éloignée verticalement vers le bas de sa position d'équilibre puis abandonnée. Décrire le mouvement de la figurine.

1.2. Définir la période du mouvement.

1.3. Les élèves veulent déterminer la période du mouvement. À l'aide d'un chronomètre, ils obtiennent une durée égale à 13,8 s pour 10 périodes.

1.3.1. Pourquoi ont-ils mesuré plusieurs périodes ?

1.3.2. Quelle est la valeur d'une période ?

2. Afin de déterminer la constante de raideur du ressort, ils décrochent la figurine, suspendent à sa place différentes masses marquées, de valeur m. Lorsque la masse marquée est à l'équilibre, ils mesurent la longueur L du ressort.
La longueur du ressort à vide est L_0 = 25,5 cm.
On prendra g = 9,8 $N.kg^{-1}$.

2.1. Faire un bilan des forces qui s'exercent sur la masse marquée et le représenter sur un schéma.

2.2. En étudiant l'équilibre de la masse marquée, établir l'expression de k, constante de raideur du ressort en fonction de m, g, L_0 et L.

2.3. À partir de la mesure ci-dessous, calculer la valeur numérique de k.

Masse m (g)	20,0
Longueur L du ressort (cm)	40,1

3. Les élèves étudient maintenant l'influence de la masse sur la période T_0 du mouvement. De nouvelles mesures sont réalisées à l'aide de masses marquées en remplacement de la figurine.
On obtient le tableau de mesures ci-dessous :

Masse (g)	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
Période (s)	0,78	0,95	1,10	1,23	1,35	1,43

3.1 .Quelle est l'influence de la masse sur la période T_0 ?

3.2. Les deux grandeurs sont-elles proportionnelles ? Justifier.

3.3. En effectuant une analyse dimensionnelle, choisir l'expression correcte parmi les expressions ci-dessous.

(a) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ - **(b)** $T_0 = 2\pi\sqrt{m.k}$ **(c)** $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

3.4. En déduire la valeur de la masse de la figurine.

4. La figurine en mouvement vertical est ensuite filmée à l'aide d'une webcam. On déclenche l'enregistrement lorsque la figurine passe par sa position la plus haute.
À l'aide d'un logiciel de traitement vidéo, on obtient la courbe (figure 1) et le tableau (figure 2) donnés **en annexe 1 à rendre avec la copie**. La coordonnée z représente la position du centre d'inertie G de la figurine sur un axe vertical, orienté vers le haut et ayant pour origine la position à l'équilibre.

4.1. En utilisant la figure 1 de l'annexe, déterminer la période et l'amplitude du mouvement.

4.2. En utilisant les données expérimentales du tableau figure 2 de l'annexe, déterminer par un calcul simple une valeur approchée de la coordonnée v_z de la vitesse du centre d'inertie G à l'instant t = 0,24 s.

5. La position de la figurine à chaque instant est donnée par la relation :

$$z(t) = z_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi_0\right)$$

5.1. À partir de l'expression précédente, exprimer la fonction $v_z(t)$ qui donne la coordonnée de la vitesse à chaque instant.

5.2. Représenter l'allure de $v_z(t)$ sur le graphe de la figure 1 de **l'annexe 1 à rendre avec la copie** ; l'axe des ordonnées de v_z est représenté à droite. On ne demande aucune graduation de l'axe v_z.

5.3. En utilisant les conditions initiales du mouvement, déterminer la valeur de φ_0.

6. Le logiciel utilisé permet de calculer à chaque instant, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle totale de la figurine. On obtient alors les courbes de la figure 3 de **l'annexe 1 à rendre avec la copie**.

6.1. Laquelle des deux courbes proposées correspond à l'énergie cinétique ?
Justifier.

6.2. Comparer la période des énergies à la période de l'oscillateur.

6.3. En quoi ces dernières courbes montrent-elles que les forces de frottement peuvent être négligées ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

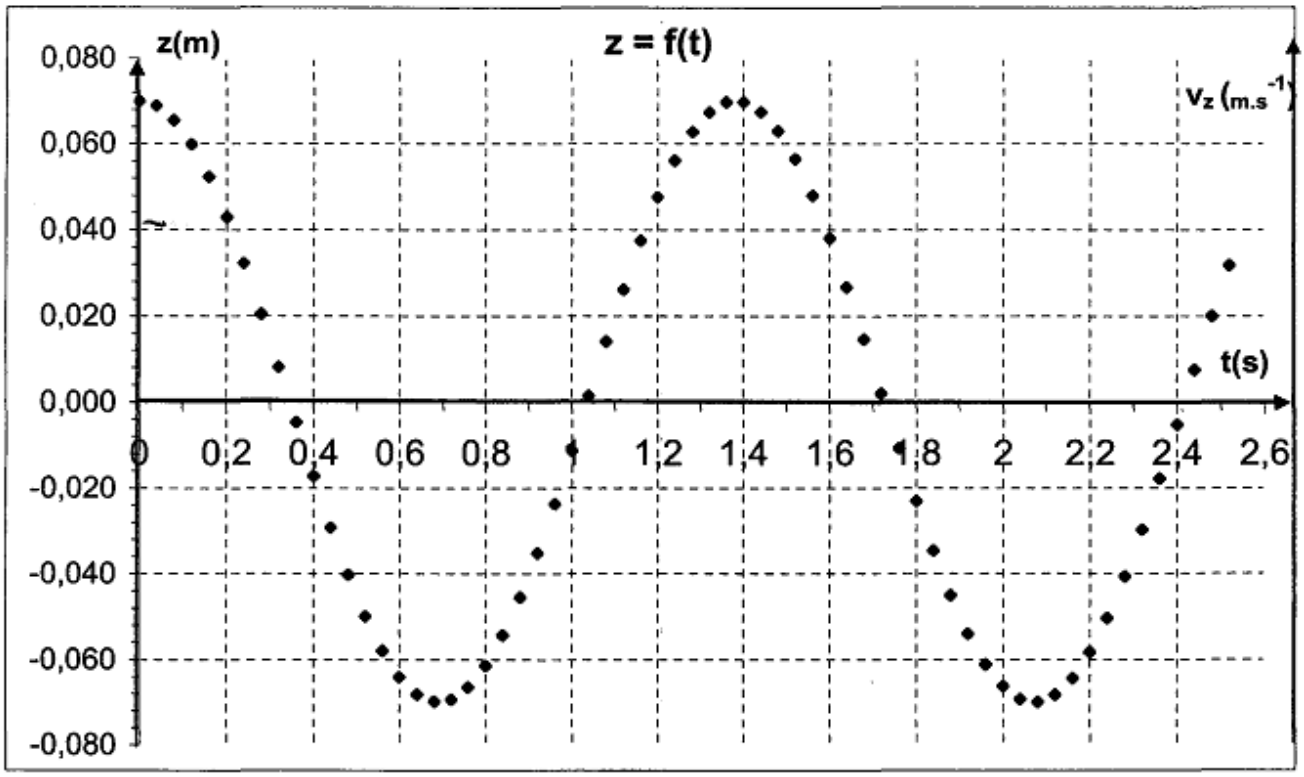


Figure 1

t (s)	z (m)	v_z (m/s)
0	0,070	0
0,04	0,069	-0,06
0,08	0,065	-0,11
0,12	0,060	-0,16
0,16	0,052	-0,21
0,20	0,043	-0,25
0,24	0,032	
0,28	0,020	-0,30
0,32	0,008	-0,31
0,36	-0,005	-0,32
0,40	-0,017	-0,31
0,44	-0,029	-0,29
0,48	-0,040	-0,26
0,52	-0,050	-0,22

Figure 2

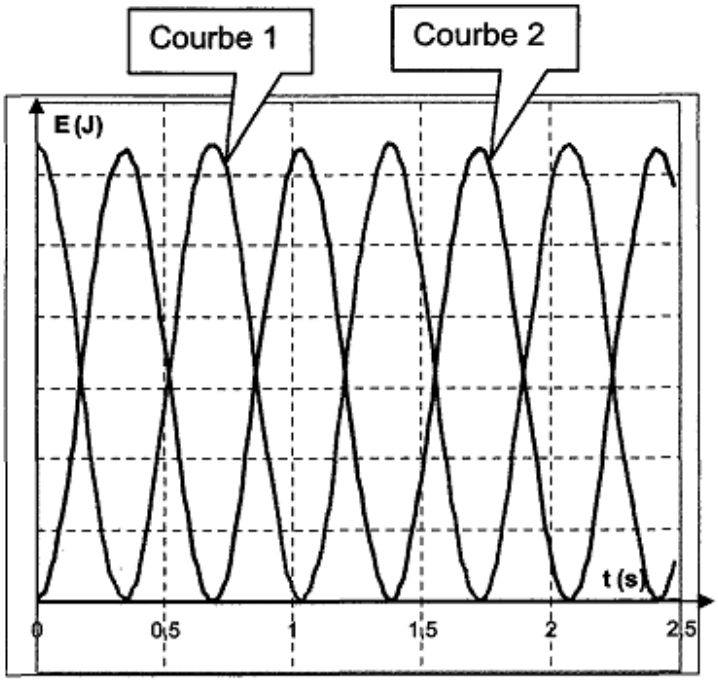


Figure 3

BAC S 2011 LIBAN

EXERCICE 2 : SUIVI CINETIQUE D'UNE TRANSFORMATION PAR SPECTROPHOTOMETRIE (6 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

A : Étude du fonctionnement d'un spectrophotomètre

Extrait d'une notice d'un spectrophotomètre :

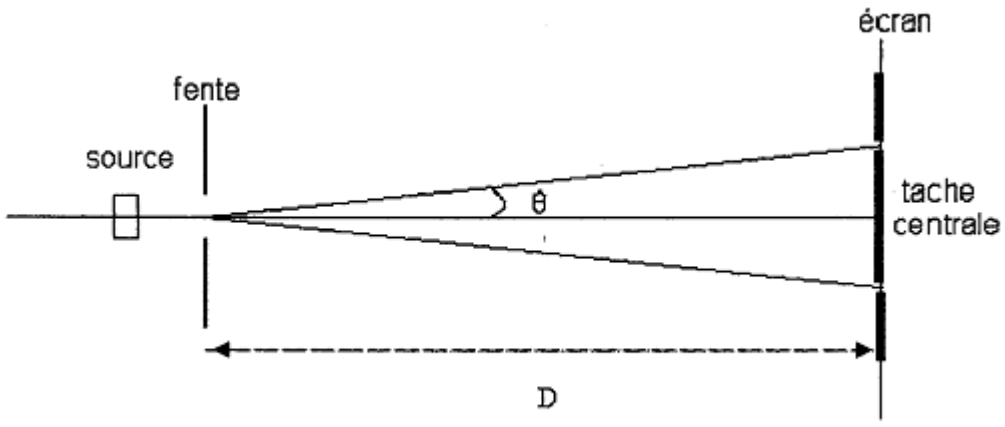
L'appareil comprend :
- une source de lumière polychromatique (lampe) qui émet un faisceau de lumière en direction du monochromateur ;
- un monochromateur (réseau + fente) : le réseau (système dispersif) décompose la lumière et dévie les rayons suivant leur longueur d'onde (apparition des radiations colorées de la lumière). La fente (système sélectif) permet d'isoler une radiation lumineuse de longueur d'onde donnée. Cette radiation est dirigée vers la cuve contenant la solution à analyser ;
- une cuve (transparente aux radiations sélectionnées par le monochromateur) contenant la solution à étudier ;
- un photocapteur : c'est un élément photosensible (en général une diode) qui transforme le signal lumineux en signal électrique ;
- un calculateur : il traite le signal électrique pour calculer l'absorbance qui est proportionnelle à l'intensité du courant.

1. Étude du réseau

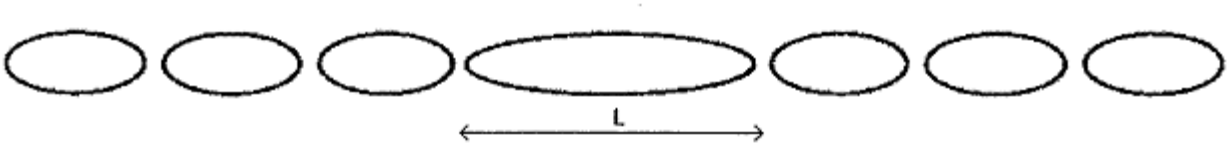
Le réseau est un dispositif optique composé d'une série de fentes parallèles ou de rayures réfléchissantes. Dans les deux cas, les traits sont espacés d'une distance constante qu'on appelle le pas du réseau.

1.1. Étude d'une seule fente.

On place perpendiculairement à la fente un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ. Le dispositif est schématisé ci- après :



On observe sur l'écran, situé à la distance D *de la fente, la figure suivante :*



Données :
Distance entre la fente et l'écran D = 2,0 m
Largeur de la fente a = 100 µm

1.1.1. Quel phénomène observe-t-on lorsque la lumière traverse une fente de petite largeur ?

1.1.2. La relation liant la longueur d'onde λ, la largeur a de la fente et l'écart angulaire θ est : $\theta = \frac{\lambda}{a}$. Préciser les unités de chaque grandeur.

1.1.3. Lorsque les angles sont petits, on peut admettre que $\tan\theta \approx \theta$ (θ en radian).
Établir dans ces conditions que $L = \frac{2\lambda D}{a}$, où D est ta distance entre la fente et l'écran, L la largeur de la tache centrale.

1.1.4. Déterminer la largeur de la tache centrale pour une radiation de longueur d'onde λ_1 égale à 500 nm.

1.1.5. On éclaire maintenant cette même fente avec une lumière blanche. En tenant compte du résultat de la question précédente et sachant que la largeur de la tache centrale est égale à 2,8 cm pour une radiation de longueur d'onde λ_2 égale à 700 nm, qu'observe-t-on sur l'écran ?

1.2. Étude du réseau.

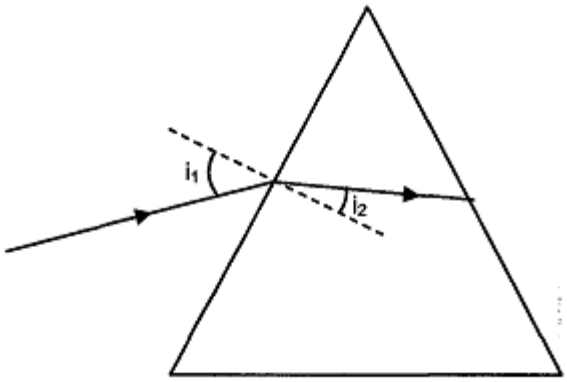
Le phénomène précédemment étudié en 1.1 permet, entre autres, d'expliquer pourquoi le réseau décompose la lumière.
Sachant que l'écart angulaire θ augmente avec la longueur d'onde, quelle sera la couleur la plus déviée ?

2. Étude du prisme

Un prisme permet également de décomposer la lumière. Il est caractérisé par son indice de réfraction n.

2.1. Définir un milieu dispersif.

2.2. *On souhaite étudier la déviation de rayons lumineux par un prisme de verre (voir figure ci-dessous).*
Pour cela, on utilise deux radiations, l'une rouge de longueur d'onde λ_R = 750 nm*, l'autre bleue de longueur d'onde* λ_B = 460 nm*. Les indices du verre pour ces deux radiations sont respectivement* n_R = 1,6 *et* n_B = 1,7*.*
L'indice de l'air n_{air} *est le même pour toutes les radiations.*



Les deux radiations arrivent sur la face d'entrée du prisme avec le même angle d'incidence i_1*.*
On rappelle la loi de Descartes pour la réfraction sur la première face du prisme : $n_{air}.\sin i_1 = n.\sin i_2$.

Pour laquelle de ces deux radiations, l'angle de réfraction dans le prisme est-il le plus grand ? On ne cherchera pas à déterminer la valeur des angles de réfraction.

B : Suivi cinétique par spectrophotométrie d'une transformation chimique

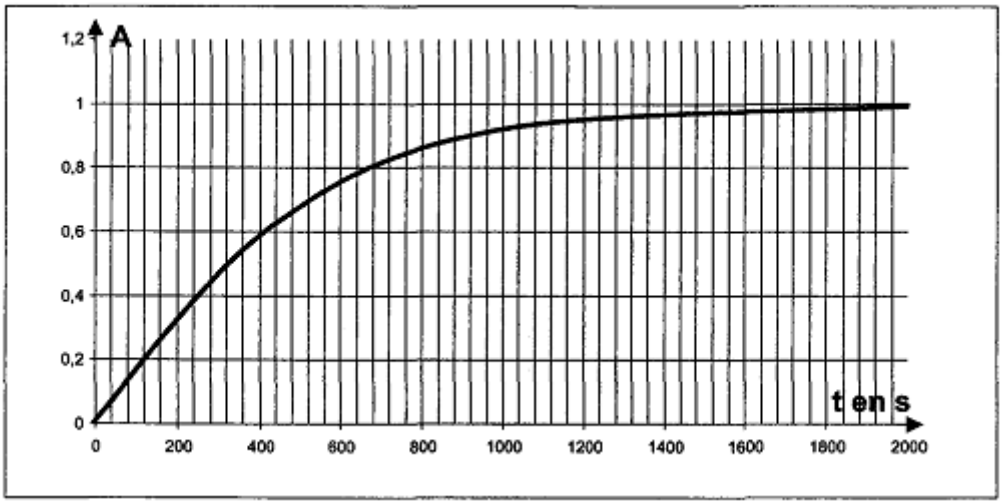
On étudie la transformation des ions iodure par les ions peroxodisulfate, modélisée par la réaction d'équation :

$$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2\ I^-_{(aq)} = 2\ SO_4^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)}$$

Cette transformation est suivie à l'aide du spectrophotomètre précédemment étudié, relié à un système d'acquisition de données.

Le protocole est le suivant :
On introduit dans la cuve du spectrophotomètre un volume V_0 = 1,0 mL *de solution aqueuse d'iodure de potassium* ($K^+_{(aq)}$ + $I^-_{(aq)}$) *de concentration molaire en soluté apporté* $C_0 = 2{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1}.
À t = 0 s, *on ajoute* V_1 = 1,0 mL *de solution aqueuse de peroxodisulfate de potassium* ($2K^+_{(aq)}$ + $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$) *de concentration molaire en soluté apporté* $C_1 = 2{,}0\times10^{-1}$ mol.L^{-1}.
On mélange rapidement et on place la cuve dans le spectrophotomètre.

Les mesures permettent de tracer la courbe ci-dessous donnant l'absorbance A *du mélange en fonction du temps* t.



Le tableau d'avancement de cette réaction est donné ci-dessous :

Équation de la réaction		$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$ + $2\ I^-_{(aq)}$ = $2\ SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ + $I_{2(aq)}$			
Instant	Avancement	Quantités de matière en mol			
Initial		$n_1 = C_1.V_1$	$n_0 = C_0.V_0$	0	0
Intermédiaire		n_1 - x	n_0 – 2x	2x	x

1. Relation entre l'absorbance A et la concentration en diiode [I_2]
La loi reliant l'absorbance d'une solution et la concentration molaire de l'espèce colorée, ici le diiode, est donnée par la relation A = k.[I_2(aq)] *où* k *est une constante.*

1.1. Sachant que l'ion iodure est le réactif limitant et que la réaction est totale, déterminer la concentration du diiode dans le mélange à l'état final.

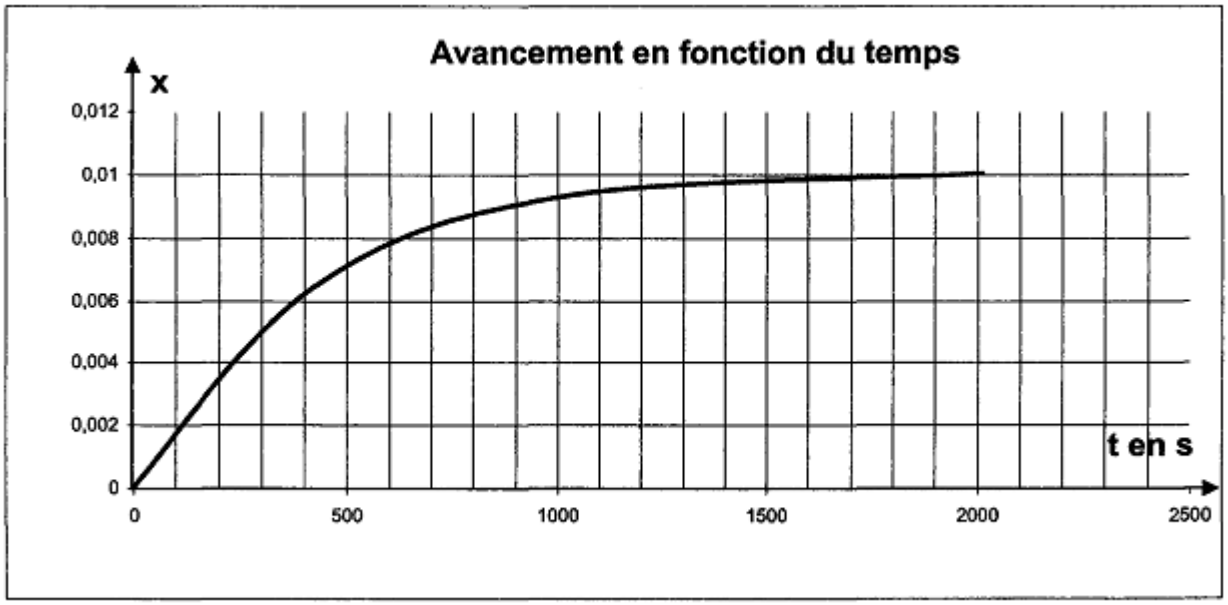
1.2. Montrer que la valeur de la constante k est $2{,}0\text{x}10^2$. Préciser son unité.

2. Relation entre l'absorbance et l'avancement de la réaction x

2.1. Montrer que $x(t) = \frac{V_0 + V_1}{k} A(t)$

2.2. Faire le calcul numérique du coefficient $\frac{V_0 + V_1}{k}$

Quelle est l'unité des valeurs numériques portées sur l'axe des ordonnées du graphe représenté ci-dessous ?



3. Étude de la vitesse volumique de réaction

3.1. Définir la vitesse volumique de réaction v_R.

3.2. En précisant la méthode utilisée, décrire l'évolution de la vitesse volumique de réaction au cours du temps.

3.3. Quel facteur explique cette évolution ?

3.4. Déterminer le temps de demi-réaction.

Bac S 2011 Liban

EXERCICE 3 : L'ACIDITÉ D'UN VIN (4 points)

L'acidité d'un vin peut être exprimée de deux façons, à partir de son acidité totale ou de son pH [...]. L'acidité totale est surtout un indicateur des caractéristiques gustatives, alors que le pH intervient dans la stabilité du vin. L'acidité du vin (pH compris entre 2,7 et 3,7) est principalement due à la présence d'acides organiques en partie à l'état libre; l'acidité totale d'un vin est constituée par les acides représentant l'acidité fixe (acides tartrique, malique, lactique, citrique, etc) et par des molécules représentant l'acidité volatile (essentiellement l'acide éthanoïque, et l'éthanoate d'éthyle susceptible de libérer l'acide éthanoïque par saponification) [...].
Le goût aigre de l'acide éthanoïque est perçu lorsque sa concentration est supérieure à 0,6 g.L^{-1}.

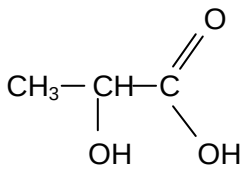
D'après « Chimie dans la maison » - Cultures et Techniques

Données :

Masse molaire de l'acide éthanoïque (CH_3COOH) *:* M = 60 g.moL^{-1}
À 25℃ : pK_A (acide éthanoïque/ion éthanoate) = 4,8
pK_A (acide lactique/ion lactate) = 3,9
pK_A (ion oxonium/eau) = 0
pK_A (eau/ion hydroxyde) =14
produit ionique de l'eau : $K_e = 1{,}0\times10^{-14}$

1. À propos du texte

1.1. Déterminer la valeur de la concentration molaire en ions oxonium H_3O^+ d'un vin dont le pH est égal à 3,0.
1.2. Calculer la concentration molaire de l'acide éthanoïque pour que le goût aigre soit perçu.
1.3. L'acide lactique se forme lors de la fermentation du vin. Sa formule semi-développée est représentée ci-contre.
Recopier cette formule en entourant et nommant les groupes caractéristiques.



2. Réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau

On dispose d'un volume V = 50 mL *d'une solution* S *d'acide éthanoïque de concentration molaire en soluté apporté C = 1,0×10^{-2} mol.L^{-1} et de pH = 3,4.*

2.1. Écrire l'équation de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau. Tracer le diagramme de prédominance du couple acide éthanoïque / ion éthanoate et en déduire l'espèce prédominante dans la solution S.
2.2. Calculer la concentration molaire en ions oxonium H_3O^+ de la solution S puis l'avancement final de la réaction (on peut s'aider d'un tableau d'avancement).
2.3. Montrer que la transformation n'est pas totale en calculant son taux d'avancement final.

3. Titrage de l'acide éthanoïque par une solution d'hydroxyde de sodium

Au laboratoire, l'étiquette d'un flacon d'une solution d'acide éthanoïque est effacée. On décide alors d'effectuer un titrage afin de déterminer la concentration molaire de cette solution.
Pour cela, on dispose d'une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + HO^-$) *de concentration molaire égale à* $1{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1} *et du matériel suivant :*

- *fioles jaugées de* 50 mL *et de* 100 mL ;
- *pipettes jaugées de* 5 mL *et de* 10 mL ;
- *bécher de* 100 mL ;
- *éprouvette graduée de* 50 mL *;*
- *eau déminéralisée.*

3.1. Avec la solution d'hydroxyde de sodium ainsi préparée, on procède au titrage de V_a = 20,0 mL de solution d'acide éthanoïque. Les valeurs du pH, en fonction du volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium versé, sont données dans le tableau suivant :

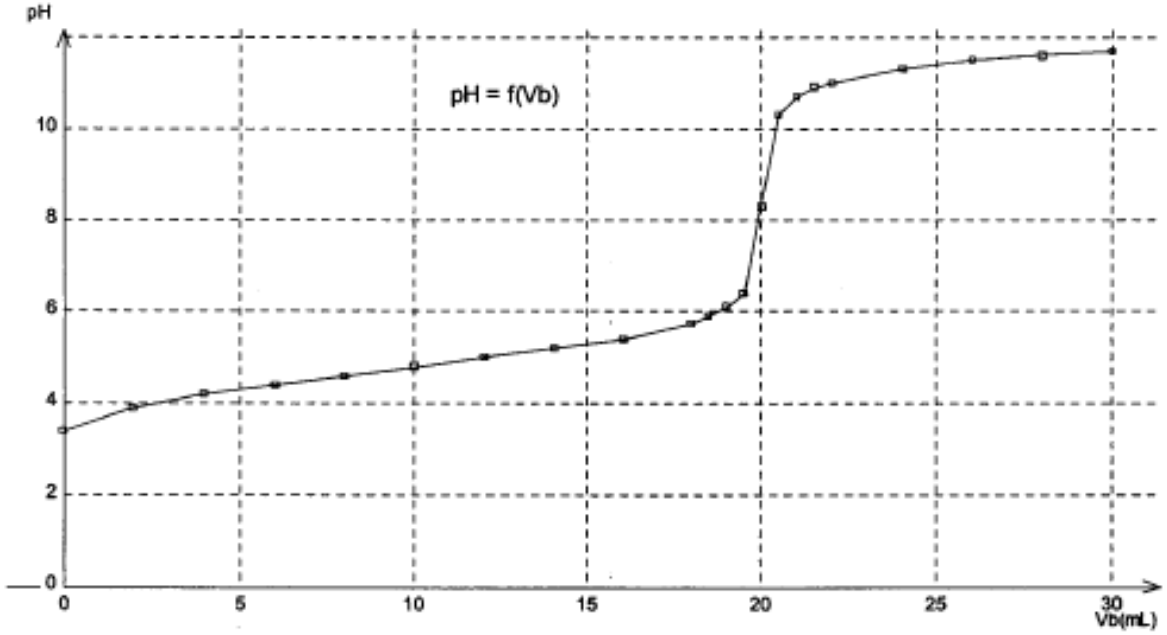
V_b (mL)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	18,5
pH	3,4	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,75	5,9

V_b (mL)	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0
pH	6,1	6,4	8,3	10,3	10,7	10,9	11,0	11,3	11,5	11,6	11,7

3.1.1. Écrire l'équation de la réaction qui s'effectue entre la solution d'acide éthanoïque et la solution d'hydroxyde de sodium.
3.1.2. Exprimer la constante d'équilibre associée à cette équation, puis la calculer.
3.1.3. Déterminer, graphiquement, **sur la courbe donnée en annexe 2 à rendre avec la copie**, les coordonnées du point d'équivalence, en indiquant la méthode utilisée.
En déduire la concentration molaire c_a de la solution d'acide éthanoïque étudiée.

3.2. Pour un volume versé de 10,0 mL de solution d'hydroxyde de sodium, le pH a une valeur de 4,8.
3.2.1. Calculer la quantité $n_V(HO^-)$ d'ions hydroxyde versés depuis le début du titrage.
3.2.2. À partir de la valeur du pH, calculer la quantité $n_R(HO^-)$ d'ions hydroxyde restants dans la solution.
3.2.3. Comparer $n_V(HO^-)$ et $n_R(HO^-)$. Comment peut-on alors qualifier la transformation qui correspond à ce titrage acido-basique ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE



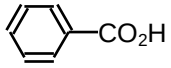
Bac S 2011 Liban Spécialité

EXERCICE 3 : UN CONSERVATEUR ALIMENTAIRE DANS UN SODA (4 points)

Les trois parties de l'exercice sont indépendantes.

« Les conservateurs limitent, ralentissent ou stoppent la croissance des micro-organismes (bactéries, levures, moisissures) présents ou susceptibles d'entrer dans l'aliment et préviennent donc l'altération des produits ou les intoxications alimentaires.
L'acide benzoïque, par exemple, et ses sels de calcium, de sodium et de potassium sont utilisés comme antibactériens et antifongiques dans les denrées alimentaires ».
D'après le site www.eufic.org

L'acide benzoïque est un conservateur qui figure dans de nombreuses boissons sans alcool, comme les sodas. Son code européen est E210.

La formule de l'acide benzoïque est $C_6H_5 - COOH$ ou encore 

Données :
- l'acide benzoïque est un solide blanc à température ordinaire.
- masse molaire de l'acide benzoïque : $M = 122\ g.mol^{-1}$
- pK_A du couple acide benzoïque / ion benzoate : $pK_A\ (C_6H_5COOH\ /\ C_6H_5COO^-) = 4,2$

Espèce chimique	Solubilité dans l'eau (g/L)	Solubilité dans le toluène (g/L)
Acide benzoïque	3,4	110
Ion benzoate	400	insoluble
Acide phosphorique	très bonne	insoluble
Acide citrique	très bonne	insoluble

- masses volumiques : ρ (toluène) = 0,867 g/cm^3 et ρ (eau) = 1,000 g/cm^3.
- le toluène et l'eau ne sont pas miscibles.
- l'acide phosphorique et l'acide citrique sont solubles dans l'eau.

1. Extraction de l'acide benzoïque

On souhaite connaître la quantité d'acide benzoïque présente dans une boisson au cola en réalisant un titrage acido-basique. En dehors de l'acide benzoïque, la boisson contient également de l'acide phosphorique et de l'acide citrique, ainsi que de l'eau. Il s'agit donc, dans un premier temps, de séparer l'acide benzoïque, que l'on souhaite titrer, des autres acides.
Dans un bécher on place un volume V = 100 mL de boisson et on laisse sous agitation magnétique pendant une heure afin d'éliminer le dioxyde de carbone dissous. On ajoute alors environ 100 mL de toluène dans le bécher On verse ensuite le mélange dans une ampoule à décanter.

1.1. Représenter l'ampoule à décanter après agitation en précisant et en justifiant la position et la composition de chaque phase.

1.2. On élimine la phase aqueuse. On ajoute un excès de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium dans l'ampoule à décanter contenant la phase organique puis on agite.
Écrire l'équation de la réaction qui se produit entre l'acide benzoïque et les ions hydroxyde HO^-.

1.3. On sépare les deux phases obtenues après l'ajout de la solution d'hydroxyde de sodium. On récupère alors la phase aqueuse contenant les ions benzoate et on ajoute une solution concentrée d'acide chlorhydrique au milieu réactionnel afin de diminuer le pH jusqu'à environ 3. On voit alors apparaître des cristaux blancs.

1.3.1. Construire le diagramme de prédominance mettant en jeu l'acide benzoïque et sa base conjuguée.
1.3.2. Justifier l'apparition des cristaux blancs.
1.3.3. Citer un dispositif efficace utilisé au laboratoire pour récupérer les cristaux.

2. Préparation d'une solution d'acide benzoïque

On désire connaître la quantité d'acide pur C_6H_5COOH présent dans les cristaux récupérés. Après lavage et séchage, on pèse les cristaux ; leur masse est m = 0,38 g. On prépare alors une solution S_0 par dissolution de la totalité des cristaux dans de l'eau distillée afin d'obtenir V_0 = 250,0 mL de solution.

2.1. Écrire l'équation de la réaction chimique entre l'acide benzoïque et l'eau.

2.2. Écrire l'expression littérale de la constante d'équilibre K associée à l'équation de réaction. Calculer sa valeur.

3. Titrage de la solution S_0 préparée

On prélève un volume V_1 = 20,0 mL de la solution S_0 préparée dans la partie précédente. On se propose de faire un titrage colorimétrique de la solution d'acide benzoïque C_6H_5COOH à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire en soluté apporté $C_B = 1{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1} en présence de phénolphtaléine. Le virage de l'indicateur coloré s'observe pour V_E = 17,2 mL.

3.1. Déterminer la concentration C_0 de la solution S_0 préparée.

3.2. En déduire la masse m_0 d'acide pur correspondant.

3.3. Déterminer le pourcentage d'acide benzoïque pur contenu dans les cristaux extraits de la boisson au cola.