

Le 17/01/2024
Durée : 1h30
Note /20

Nom : Prénom : Groupe :

Corrigé type de l'Examen de TP Méthodes spectroscopiques d'analyse

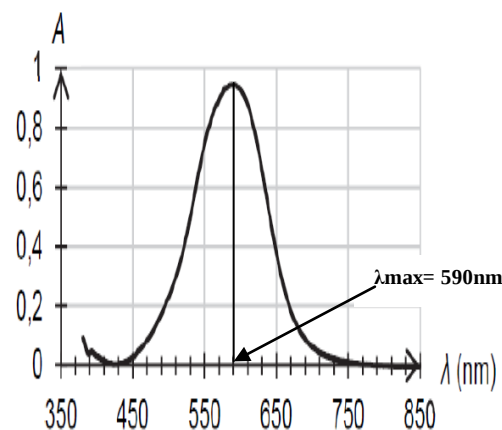
Exercice 1 10/10

I. Le colorant principal de l'encre bleue est le bleu d'aniline, solide ionique de formule $C_{32}H_{25}N_3O_9S_3Na_2$.

Pour caractériser la couleur du bleu d'aniline d'une cartouche d'encre, on vide intégralement une cartouche d'encre dans une fiole jaugée de 200,0 mL et on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On obtient la solution S_{encre} dont on réalise le spectre grâce à un spectrophotomètre qui est donné ci-contre.

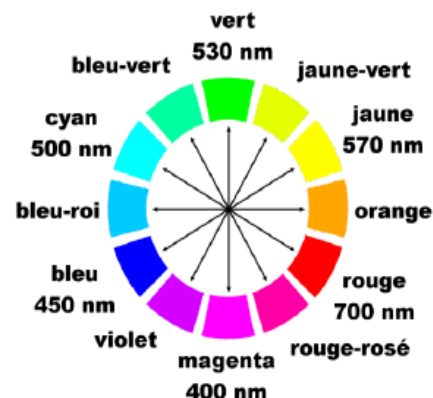
1. Comment choisir la longueur d'onde de travail ? Justifier ce choix.

- Le spectrophotomètre doit être réglé sur la longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption, soit ici, par lecture graphique sur le spectre d'absorption, $\lambda_{\text{max}} = 590 \text{ nm}$. Pour augmenter la précision de l'appareil et limiter l'incertitude sur les mesures.



2. Montrer que le spectre d'absorption obtenu est en accord avec la couleur de l'encre.

- Le maximum d'absorption de la solution S_{encre} est situé vers 590 nm. Cette longueur d'onde correspond à la couleur jaune orangé du cercle chromatique. La couleur complémentaire, diamétralement opposée, est le bleu-violet. La couleur de la solution S_{encre} est donc un mélange de bleu et de violet.



3. Pour déterminer la masse en bleu d'aniline dans la cartouche d'encre dans la solution S_{encre} , on réalise une solution mère S_0 à une concentration en bleu d'aniline de $c_0 = 6,78 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

À partir de la solution mère S_0 , on réalise plusieurs solutions filles de concentrations différentes.

On représente l'absorbance des différentes solutions filles en fonction de la concentration en bleu d'aniline dans la figure ci-dessous. L'absorbance de la solution S_{encre} est égale à 0,9.

3.1. Quelle relation existe-t-il entre A et c ? Comment se nomme cette loi ?

- La courbe représentative de la fonction $A = f(c)$ est une droite passant par l'origine.

A et c sont liées par une fonction linéaire, elles sont proportionnelles. Ce qui peut se traduire par $A = k \cdot c$. L'équation de la droite correspond à la loi de Beer-Lambert

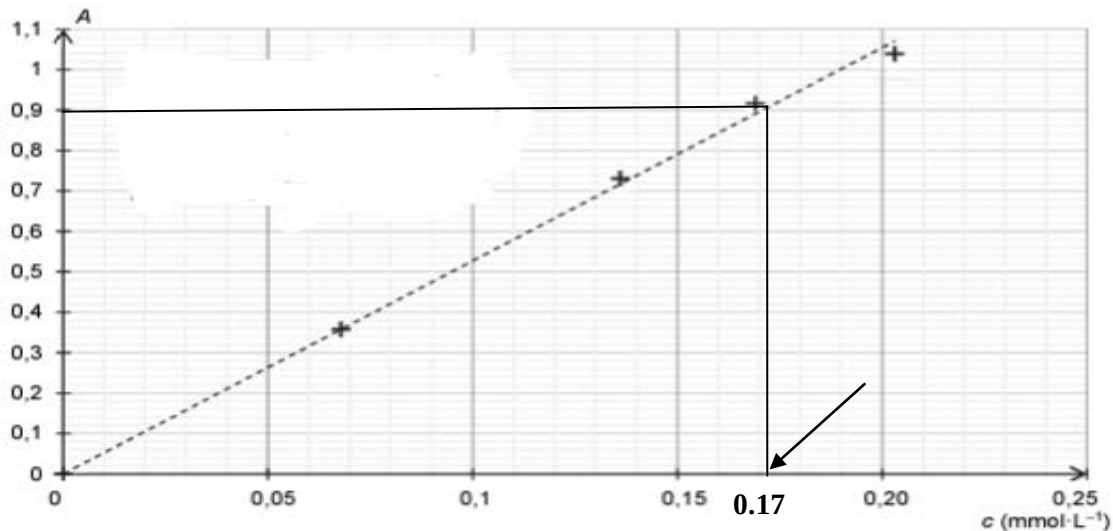
3.2. Déterminer la masse de bleu d'aniline contenue dans une cartouche d'encre.

- On trace la droite moyenne passant au plus près de tous les points expérimentaux, puis on détermine l'abscisse du point d'ordonnée $A = 0,9$. On lit $C = 0.17 \text{ mmol.L}^{-1}$

La masse m de bleu d'aniline dans la cartouche d'encre de volume est la même que celle dans la fiole jaugée de volume $V_{\text{fiole}} = 200,0 \text{ mL}$. Elle vaut :

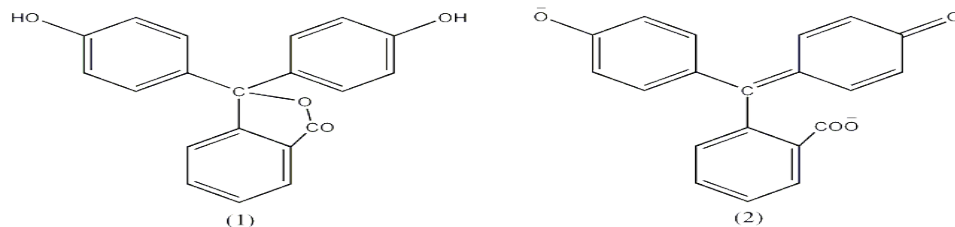
$$m = n \times M = C \times V_{\text{fiole}} \times M \quad \text{avec } M_{\text{bleu d'aniline}} = 737,7 \text{ g.mol}^{-1}.$$

- $m = 0.17 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} \times 737,7 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ g} = 25 \text{ mg}$



Données : Masse molaire du bleu d'aniline $M_{\text{bleu}} = 737.7 \text{ g.mol}^{-1}$

II. La structure moléculaire de l'indicateurs colorés **phénolphtaléine** est modifiée à l'équivalence. On passe d'une forme acide incolore, à une forme basique colorée. La longueur d'onde de maximum d'absorption $\lambda_{\text{max}} = 554 \text{ nm}$. Les deux structures ci-dessous correspondent aux deux formes basique et acide de la phénolphtaléine.



1. Attribuer en le justifiant, chaque structure moléculaire à la forme correspondante de la phénolphtaléine

En milieu basique, un proton d'un des groupes phénol est attaqué par un OH^- . Il s'ensuit une cascade de délocalisation électronique qui amène à la formation d'un ion carboxylate sur la forme basique de la phénolphtaléine. Donc la forme (1) acide et la forme (2) basique

2. Dans quel domaine du spectre électromagnétique allons-nous enregistrer le spectre d'absorption de la phénolphtaléine sous sa forme acide.

- Nous allons enregistrer le spectre d'absorption de la phénolphtaléine sous sa forme acide dans Le domaine UV du spectre électromagnétique puisque la forme acide incolore, absorbe dans l'ultraviolet

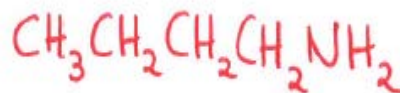
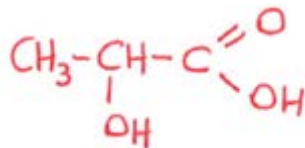
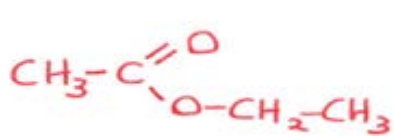
3. Quelle est la couleur de la lumière absorbée ? Quelle est la teinte donnée par la forme basique à la solution.

- La longueur d'onde de maximum d'absorption $\lambda_{\text{max}} = 554 \text{ nm}$ qui correspond à la solution basique montre que la solution absorbe dans le vert et donc la couleur de solution Magenta (rose à fuchsia)

Exercice 2 10/10

Les spectres infrarouges de l'éthanoate d'éthyle, de l'acide 2-hydroxypropanoïque, du 1-aminobutane sont reproduits ci-après.

1) Les formules développées des composés.

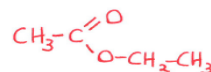
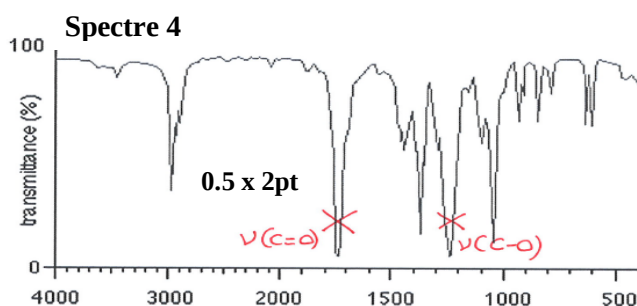
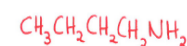
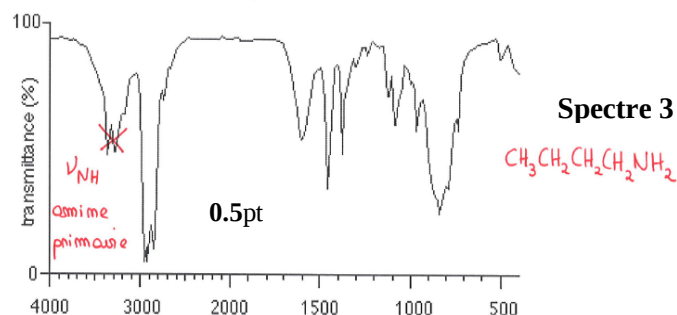
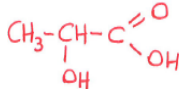
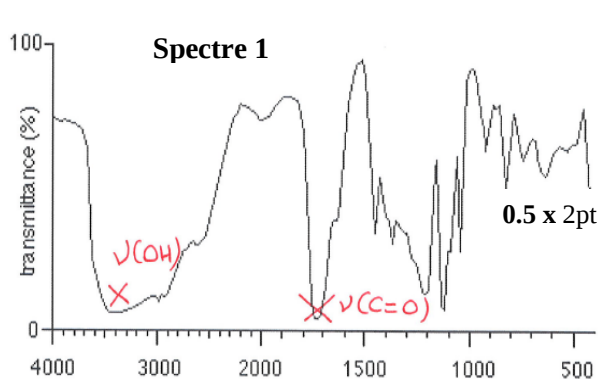


Éthanoate d'éthyle

Acide 2-hydroxypropanoïque

1-aminobutane

2) Attribution à chaque produit son spectre infrarouge en repérant par une croix la(les) bande(s) caractéristique(s).



Spectre1 : acide 2-hydroxypropanoïque ou $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$

0.5pt

$\nu(\text{O-H})$ de l'alcool à $\sim 3400 \text{ cm}^{-1}$ (1 bande très large et très intense)

$\nu(\text{C=O})$ de l'acide carboxylique à $\sim 1725 \text{ cm}^{-1}$ (1 bande très intense)

0.5 x 3pt

$\nu(\text{C-O})$ de l'acide carboxylique à $\sim 1125 \text{ cm}^{-1}$ (1 bande très intense)

Spectre3 : aminobutane ou $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

0.5pt

$\nu(\text{NH})$ de l'amine primaire (RNH_2) à $\sim 3350 \text{ cm}^{-1}$ (2 bandes d'intensité moyenne)

0.5pt

Spectre4 : éthanoate d'éthyle ou $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

0.5pt

$\nu(\text{C=O})$ de l'ester à $\sim 1725 \text{ cm}^{-1}$ (1 bande très intense)

0.5 x 2 pt

$\nu(\text{C-O})$ de l'ester à $\sim 1250 \text{ cm}^{-1}$ (1 bande très intense et large)

Liaison	Nature	Nombre d'ondes cm^{-1}	Intensité
O-H alcool libre	Valence	3580-3670	F ; large
O-H alcool lié	Valence	3200-3400	F ; large
C-H alcyne	Valence	3300-3310	m ou f
C-H alcène	Valence	3000-3100	m
C-H aromatique	Valence	3030-3080	m
C-H alcane	Valence	2800-3000	F
C-H aldéhyde	Valence	2750-2900	M
O-H acide	Valence	2500-3200	F à m ; large
carboxylique			
C=O anhydride	Valence	1700-1840	F ; 2 bandes
C=O chlorure	Valence	1770-1820	F
d'acide	Valence	1700-1740	F
C=O ester	Valence	1650-1730	F
C=O aldéhyde et cétone		Abaissement de 20 à 30 cm^{-1} si conjugaison.	
C=O acide	Valence	1680-1710	F
C=C	Valence	1625- 1685	M
C=C aromatique	Valence	1450-1600	Variable : 3 ou 4 bandes

N-H amine	3100 - 3500	moyenne
N-H amide	3100 - 3500	forte
N-H amine ou amide	1560 - 1640	forte ou moyenne
C _{tri} - H	3000 - 3100	moyenne
C _{tet} - H	2800 - 3000	forte
C = O ester	1700 - 1740	forte
C = O amide	1650 - 1740	forte
C = O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte
C = O acide	1680 - 1710	forte

liaison	nombre d'onde (cm^{-1})	intensité
O-H libre	3580 à 3650	F, fine
O-H lié	3200 à 3400	F, large
N-H	3100 à 3500	M
C _{tri} -H (carbone trigonal)	3000 à 3100	M
C _{tet} -H (carbone tétragonal)	2800 à 3000	F
C=O _{ester}	1700 à 1740	F
C=C	1625 à 1685	F
C=O _{acide}	1680 à 1710	F
C=O _{amide}	1650-1700	F
C _{tet} -H	1415 à 1470	F
C-O	1050 à 1450	F
C-C	1000-1250	F
C-N	1020-1220	m