

BTS QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

Session 2002

E2 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

U22 – SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999. La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviennent pour une part importante dans l'appréciation des copies.

I. LES ACIDES DU VIN (4 points)

En plus des acides volatils, le vin renferme plusieurs acides "fixes", principalement les suivants :

- l'acide tartrique	$\text{HOOC-CHOH-CHOH-COOH}$
- l'acide succinique	$\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- l'acide malique	$\text{HOOC-CH}_2\text{-CHOH-COOH}$
- l'acide lactique	$\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$

1. Donner les noms en nomenclature officielle de ces 4 acides, en choisissant dans la liste de noms suivante :

acide butanoïque ; acide propanedioïque ; acide butanedioïque ;

acide 2,2-dihydroxypropanedioïque ; acide 2,3-dihydroxybutanedioïque ;

acide 2-hydroxybutanedioïque ; acide 2-hydroxypropanoïque ;

2. Parmi les quatre acides "fixes" cités plus haut, deux possèdent un seul carbone asymétrique : donner le nom de ces deux acides, et représenter en représentation de CRAM (en perspective) un énantiomère pour chacun ; indiquer si l'énantiomère représenté est l'énantiomère R ou l'énantiomère S, en précisant sur le schéma le classement des substituants.

Par quelle propriété physique peut-on distinguer l'énantiomère R de l'énantiomère S d'un des 2 acides précédents ?

II. DOSAGE DES IONS POTASSIUM DANS UN VIN BLANC (7 points)

On se propose de déterminer la teneur en ions potassium d'un vin blanc : cette teneur détermine la précipitation éventuelle d'hydrogénotartrate de potassium.

On utilise pour cette détermination un photomètre d'émission de flamme.

A. Principe et fonctionnement de l'appareil.

La solution à doser, renfermant des ions potassium, est vaporisée dans une flamme, ce qui provoque l'émission d'une raie lumineuse caractéristique du potassium. L'intensité lumineuse de cette raie est mesurée grâce à un capteur opto-électronique : dans certaines conditions, elle est proportionnelle à la concentration en ions potassium dans la solution à doser.

La lumière émise par la flamme est filtrée de manière à isoler la raie d'émission caractéristique du potassium.

1. On dispose pour cela de 4 filtres interférentiels à bande étroite, dont on donne ci-dessous les bandes passantes, larges d'environ 20 nanomètres :

filtre 1	filtre 2	filtre 3	filtre 4
de 580 à 600 nm	de 610 à 630 nm	de 660 à 680 nm	de 760 à 780 nm

On donne d'autre part les longueurs d'onde en nm des raies d'émission de quelques éléments (les raies les plus intenses sont indiquées en **gras**) :

Lithium	Sodium	Potassium
460	449	404
497	450	405
610	454	694
671	455	770
	569	
	589	
	590	
	820	

- a. Quel filtre faut-il sélectionner pour le dosage des ions potassium ?
- b. Quel filtre aurait-il fallu sélectionner pour le dosage des ions lithium ? des ions sodium ?

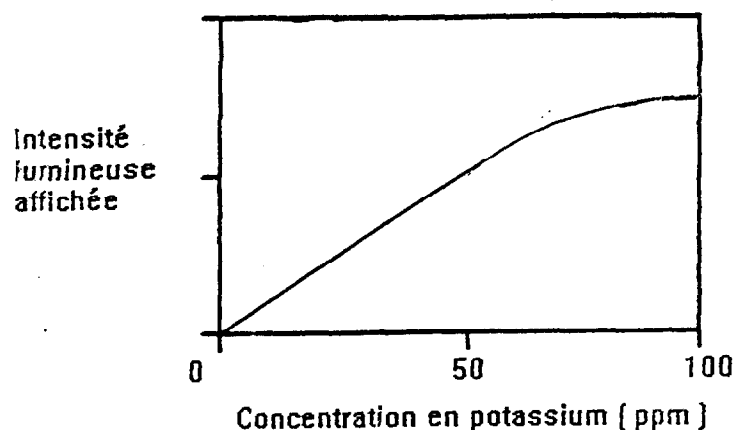
2. Le capteur opto-électronique est une photodiode qui, convenablement polarisée, fournit un courant dont l'intensité est proportionnelle au flux lumineux reçu. Un phototransistor fournirait également un courant fonction du flux lumineux reçu. Le tableau ci-dessous établit une comparaison entre une photodiode et un phototransistor.

	PHOTODIODE	PHOTOTRANSISTOR
sensibilité maximale	de l'ordre de 1 A/W	de l'ordre de 100 A/W
temps de réponse	de l'ordre de 1 ns	de l'ordre de 10 μ s
réponse en fonction du flux lumineux reçu ($\lambda = 900$ nm, et tension de polarisation de 10 V)	Φ (μ W) 50 100 150 200 250 I (μ A) 16 32 48 64 80	Φ (μ W) 200 400 600 800 1000 I (mA) 6 14 23 32 43

En exploitant le tableau ci-dessus :

Quels sont les avantages et les inconvénients de la photodiode par rapport au phototransistor ? (sensibilité – temps de réponse – linéarité)

3. Dans la notice de fonctionnement du photomètre le constructeur de l'appareil fournit le document suivant :



$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ partie par million} \\ = 1 \text{ mg L}^{-1}$$

Commenter l'allure de la courbe.

Quelle est, en mg.L^{-1} , la concentration en ions potassium à ne pas dépasser pour rester dans la plage de fonctionnement linéaire de l'appareil ?

B. Utilisation de l'appareil pour le dosage des ions potassium.

1. Dans le but de déterminer la teneur en potassium d'un vin blanc, on prépare une gamme étalon, à laquelle on comparera un échantillon de vin. Parmi les 2 gammes suivantes, indiquer laquelle doit être choisie, en précisant pour quelle(s) raison(s) :

Gamme 1 : réalisée pour doser un vin non dilué.

	étalon 1	étalon 2	étalon 3	étalon 4	étalon 5	étalon 6	étalon 7	étalon 8	étalon 9	étalon 10
$[\text{K}^+]$ (mg/L)	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000

Gamme 2 : réalisée pour doser un vin dilué 100 fois.

	étalon 1	étalon 2	étalon 3	étalon 4	étalon 5	étalon 6	étalon 7	étalon 8	étalon 9	étalon 10
$[\text{K}^+]$ (mg/L)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

2. Les mesures donnent les résultats suivants :

	étalon 1	étalon 2	étalon 3	étalon 4	étalon 5	étalon 6	étalon 7	étalon 8	étalon 9	étalon 10	échantillon
intensité lumineuse affichée	95	205	310	390	495	605	705	810	895	1000	460

Tracer la courbe permettant de déterminer la concentration en ions potassium du vin. Donner la valeur de cette concentration.

III. DOSAGE DES IONS FER II DANS UN VIN BLANC (9 points)

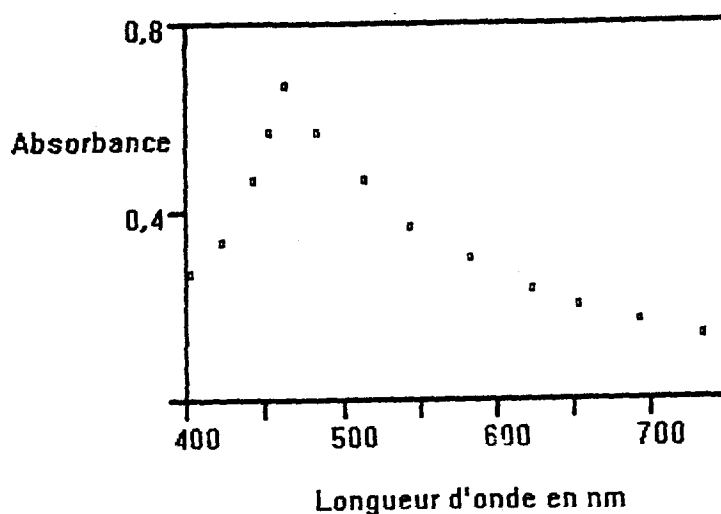
Afin de déterminer la concentration en ions fer II dans un vin blanc, on utilise un spectrophotomètre d'absorption.

A. Description du spectrophotomètre.

1. L'appareil comporte un réseau à 1200 traits/mm.
Expliquer en 1 phrase ce qu'est un réseau. A quoi sert-il ici ?
Calculer le pas de ce réseau.
2. L'appareil comporte 2 sources :
 - une lampe à halogène à filament de tungstène, pouvant émettre entre 300 et 1000 nanomètres.
 - une lampe au deutérium (isotope de l'hydrogène), pouvant émettre entre 200 et 400 nanomètres.Rappeler les limites des longueurs d'onde du domaine visible.
Quelle lampe doit-on utiliser si l'on veut réaliser un spectre dans le domaine de la lumière visible ?
Quel est l'intérêt de la lampe au deutérium dans cet appareil ?
3. L'appareil comporte une optique (condenseur, lentilles, filtres) en quartz.
Pour quelle raison le quartz a-t-il été choisi de préférence au verre ordinaire ?

B. Réalisation d'un spectre d'absorption.

On réalise le spectre du complexe FeSCN^{2+} obtenu à partir des ions fer, entre 400 et 750 nanomètres.



Quelle longueur d'onde doit-on choisir pour des mesures d'absorbances avec ce complexe ?

C. Loi de BEER-LAMBERT.

Rappeler l'expression traduisant cette loi, en précisant la signification de chaque symbole, et les unités S.I. utilisées.

D. Utilisation pour le dosage des ions fer II.

Le protocole opératoire peut être résumé de la façon suivante :

ECHANTILLON : le vin blanc contient des ions Fe^{2+} , et aucun ion Fe^{3+} .

On oxyde les ions Fe^{2+} en ions Fe^{3+} , au moyen d'eau oxygénée H_2O_2 (**réaction 1**).
(couple $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$).

On complexe enfin ces ions Fe^{3+} par des ions thiocyanate pour obtenir FeSCN^{2+} (**réaction 2**).

On mesure l'absorbance due à ce complexe.

ETALONS : La gamme est réalisée à partir d'une solution mère d'alun de fer III, de concentration en fer égale à 100 mg.L^{-1}

1. Écrire les équations-bilans de la **réaction 1** et de la **réaction 2**.
2. L'alun de fer III a pour formule $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2, 12 \text{ H}_2\text{O}$. Quelle masse d'alun de fer III doit-on dissoudre dans 1 L d'eau pour obtenir la solution mère, de concentration en fer égale à 100 mg.L^{-1} ?

Masses molaires en g.mol^{-1} : H : 1 ; N : 14 ; O : 16 ; S : 32 ; Fe : 56 ;

3. Les absorbances des étalons sont :

Concentration en fer mg.L^{-1}	0	2	4	6	8
Absorbance	0	0,303	0,567	0,823	1,138

L'absorbance de l'échantillon de vin non dilué vaut 0,580.

Déterminer la concentration en ions fer II dans le vin.

4. Dans certains vins, un excès d'ions Fe^{2+} peut provoquer, avec les ions phosphate toujours présents, une précipitation de phosphate de fer III : ce phénomène est appelé "casse ferrique", et suppose l'oxydation préalable des ions Fe^{2+} en ions Fe^{3+} . La "casse ferrique" est incompatible avec l'obtention d'un produit de qualité, et on peut l'observer si la teneur en fer est supérieure à 10 mg.L^{-1} .
 - a. Écrire l'équation-bilan de la précipitation du phosphate ferrique.
 - b. La précipitation survient après un contact prolongé du vin avec l'air : expliquer pourquoi.
 - c. Le vin dosé précédemment présente-t-il le risque de "casse ferrique" ?