

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

La vanille parfume de longue date les mets sucrés des tables aristocratiques. Les nobles aztèques savouraient déjà des tasses de chocolat vanillé. La molécule responsable de cet arôme caractéristique est la vanilline, présente dans la gousse à 2 %.



Le but de cette épreuve est de vérifier que le flacon d'extrait de vanille mis à disposition respecte bien la teneur minimale en vanilline pour pouvoir porter l'indication « arôme de vanille ».

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

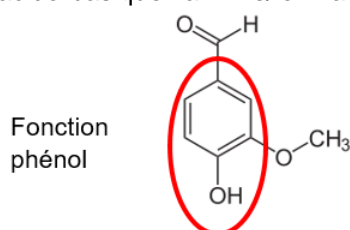
Extrait de vanille vendu dans le commerce

Un flacon d'extrait de vanille dont on dispose porte l'indication « arôme de vanille ». Dans un tel flacon, la teneur minimale en vanilline doit être d'au moins 0,2 % en masse, c'est-à-dire qu'il doit contenir au moins 2 g de vanilline pour 1 kg de produit.

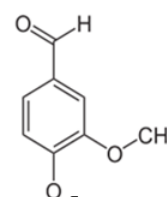
Quelques données physico-chimiques de la vanilline

La vanilline possède une fonction phénol, à l'origine du caractère acide de cette molécule. Sa base conjuguée est l'ion vanillinate.

Le pK_a du couple acido-basique vanilline/ion vanillinate est égal à 7,40.



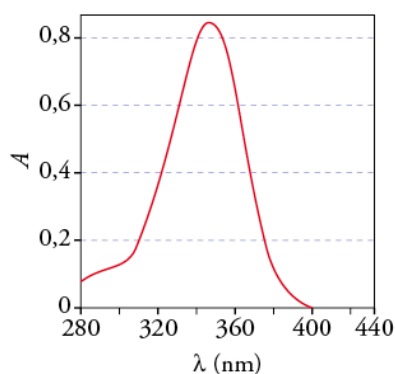
Vanilline



Ion vanillinate
(Base conjuguée de la vanilline)

Une solution d'ions vanillinate n'est pas colorée, mais il est possible d'identifier ces ions par spectroscopie UV-visible, dans la mesure où ils absorbent dans le proche-UV.

Le spectre d'absorption d'une solution d'ions vanillinate, représentant l'absorbance A de la solution en fonction de la longueur d'onde λ , a l'allure du graphe ci-dessous :



Loi de Beer-Lambert

Selon la loi de Beer-Lambert, si une seule espèce chimique absorbe à la longueur d'onde réglée sur le spectrophotomètre, l'absorbance A de la solution contenue dans la cuve est proportionnelle à la concentration C de l'espèce chimique absorbante présente en solution.

L'absorbance A est alors donnée par la relation suivante :

$$A = k \cdot C$$

où :

- k : coefficient de proportionnalité qui dépend des dimensions de la cuve et de l'espèce chimique absorbante en solution ;
- C : concentration en quantité de matière en solution de l'espèce chimique absorbante (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Les absorbances de solutions étalon d'ions vanillinate (base conjuguée de la vanilline) dissous dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ont été mesurées afin d'obtenir le tableau de résultats ci-dessous.

Le spectrophotomètre a été réglé de manière à avoir la plus grande sensibilité :

Concentration en ions vanillinate en mol·L ⁻¹	1,0×10 ⁻⁵	2,0×10 ⁻⁵	3,0×10 ⁻⁵	4,0×10 ⁻⁵	5,0×10 ⁻⁵
Absorbance A	0,28	0,54	0,81	1,08	1,35

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Préparation de la vanilline à doser (20 minutes conseillées)

On a extrait la vanilline contenue dans 1,0 mL d'extrait de vanille commercial en utilisant un solvant adapté puis on l'a transférée dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium afin de transformer la vanilline en ion vanillinate.

On obtient 250 mL d'une solution aqueuse d'ions vanillinate appelée solution S_v, disponible sur la paillasse.

Mesurer le *pH* de la solution S_v. Justifier que la vanilline est sous forme d'ion vanillinate dans cette solution.

Mesurer le *pH* expérimentalement.

Le *pH* mesuré est supérieur au *pK_a* : c'est la forme basique qui est prédominante. Ainsi, la vanilline est sous forme d'ion vanillinate dans cette solution.

La solution obtenue étant encore trop concentrée pour une analyse spectrophotométrique, il est nécessaire de la diluer d'un facteur 10.

On souhaite obtenir 50,0 mL de solution diluée (notée S_d) à partir de la solution S_v. Le solvant alors utilisé est la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol·L⁻¹.

Indiquer le matériel à utiliser pour réaliser cette dilution. Le choix du matériel sera justifié par un calcul.



Le facteur de dilution est défini par :

$$F = \frac{V_1}{V_0}$$

$$V_0 = \frac{V_1}{F} = \frac{50,0}{10} = 5,0 \text{ mL}$$

Matériel à utiliser pour réaliser cette dilution :

- Pipette jaugée de 5,0 mL (pour prélever la solution mère).
- Fiole jaugée de 50,0 mL (volume de la solution fille).

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux et le calcul ou en cas de difficulté	

Préparer la solution diluée S_d.

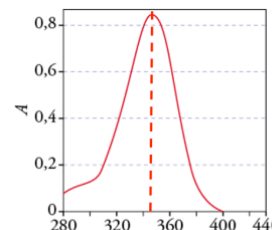
A faire expérimentalement.

2. Dosage de la vanilline (30 minutes conseillées)

À l'aide des informations mises à disposition et d'un graphique qui doit être construit avec un tableur-grapheur, proposer un protocole mettant en jeu une méthode spectrophotométrique (préciser la longueur d'onde de travail la plus adaptée) permettant de déterminer la valeur de la concentration de la solution S_d en ions vanillinate.

La longueur d'onde de travail la plus adaptée est $\lambda_{\max}=345 \text{ nm}$.

On fait le blanc avec la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$



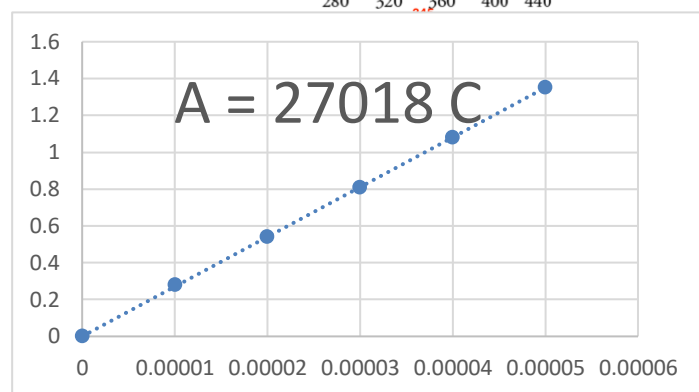
A l'aide d'un tableur-grapheur, on trace $A=f(C)$.



On mesure ensuite A_d l'absorbance de la solution en ions vanillinate.

Option 1 : graphiquement, on lit la valeur de la concentration correspondante.

Option 2 : A l'aide de l'équation $A = 27018 C$, on calcul la concentration correspondante

$$C = \frac{A}{27018}$$



APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté	

Mettre en œuvre la méthode proposée et en déduire la valeur de la concentration en quantité de matière C_d en ions vanillinate de la solution S_d .

En déduire la valeur de la concentration en quantité de matière en ions vanillinate de la solution S_v , nommée C_v .

Expérimentalement, on mesure ensuite $A_d = 0,54$

$$A = 27018 C$$

$$C_d = \frac{A_d}{27018}$$

$$C_d = \frac{0,54}{27018}$$



$$C_d = 2,0 \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$F = \frac{C_v}{C_d}$$

$$C_v = F \times C_d$$

$$C_v = 10 \times 2,0 \times 10^{-5}$$

$$C_v = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

3. Teneur en vanilline (10 minutes conseillées)

Sachant que la quantité de matière d'ions vanillinate contenue dans les 250 mL de solution S_v correspond à la quantité de matière de vanilline contenue dans 1,0 mL d'extrait de vanille et que la masse de 100 mL de vanille liquide est de 110 g, il est possible de montrer que le pourcentage massique en vanilline de la solution commerciale est relié à la concentration en quantité de matière en ions vanillinate C_v par la relation :

$$\%m = \frac{100 \times 0,250 \times 152 \times C_v}{1,10}$$

Calculer la valeur du pourcentage massique en vanilline de la solution commerciale.

$$\begin{aligned}\%m &= \frac{100 \times 0,250 \times 152 \times C_v}{1,10} \\ \%m &= \frac{100 \times 0,250 \times 152 \times 2,0 \times 10^{-4}}{1,10} \\ \%m &= 0,69 \%\end{aligned}$$

Le pourcentage massique en vanilline de la solution commerciale est de 0,69%.

Commenter la valeur du pourcentage massique obtenue.

Le pourcentage massique en vanilline est supérieur à la teneur minimale en vanilline de 0,2 % en masse.

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.