

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 collège » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Dans les années 1940, un jeune apprenti-teinturier met, par inadvertance, en contact un composé à base de lait et un linge couvert d'encre bleue : la couleur bleue disparaît alors. Il découvre ainsi le principe du feutre effaceur.

Depuis, la substance qui imprègne l'extrémité blanche d'un feutre effaceur est toujours un composé à base de lait. Cette solution est notamment constituée de sulfite de sodium qui réagit avec le bleu d'aniline (composant de l'encre) pour former une substance incolore.

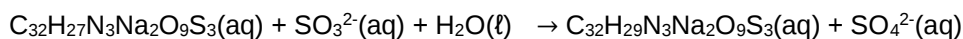


Le but de cette épreuve est de déterminer si un seul feutre effaceur suffit pour effacer le contenu d'une petite cartouche d'encre bleue.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Réaction entre la solution contenue dans l'effaceur et l'encre bleue

La réaction se produisant sur l'encre lors de l'utilisation de l'effaceur est modélisée par l'équation :

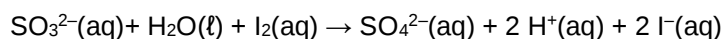


$\text{C}_{32}\text{H}_{27}\text{N}_3\text{Na}_2\text{O}_9\text{S}_3(\text{aq})$ est la formule chimique du bleu d'aniline qui donne à l'encre sa couleur bleue. Cette espèce chimique est un oxydant dont la forme réduite, $\text{C}_{32}\text{H}_{29}\text{N}_3\text{Na}_2\text{O}_9\text{S}_3(\text{aq})$, est incolore.

Les ions sulfite $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ sont présents dans la solution qui imprègne la pointe de l'effaceur.

Réaction entre la solution contenue dans l'effaceur et une solution aqueuse de diiode

Afin de déterminer la quantité de matière en ions sulfite $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ de la solution contenue dans l'effaceur S_{EFF} , on utilise une solution aqueuse de diiode $\text{I}_2(\text{aq})$ de concentration molaire $C_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La solution aqueuse de diiode est la seule solution colorée intervenant dans la réaction chimique modélisée ci-dessous :



Utilisation de l'empois d'amidon

En présence de diiode I_2 , même minime, l'empois d'amidon colore une solution aqueuse en bleu foncé.

Absorbance et loi de Beer-Lambert

L'intensité d'une radiation lumineuse qui traverse une cuve contenant une espèce chimique colorée en solution peut diminuer lors de cette traversée : il s'agit du phénomène d'absorbance.

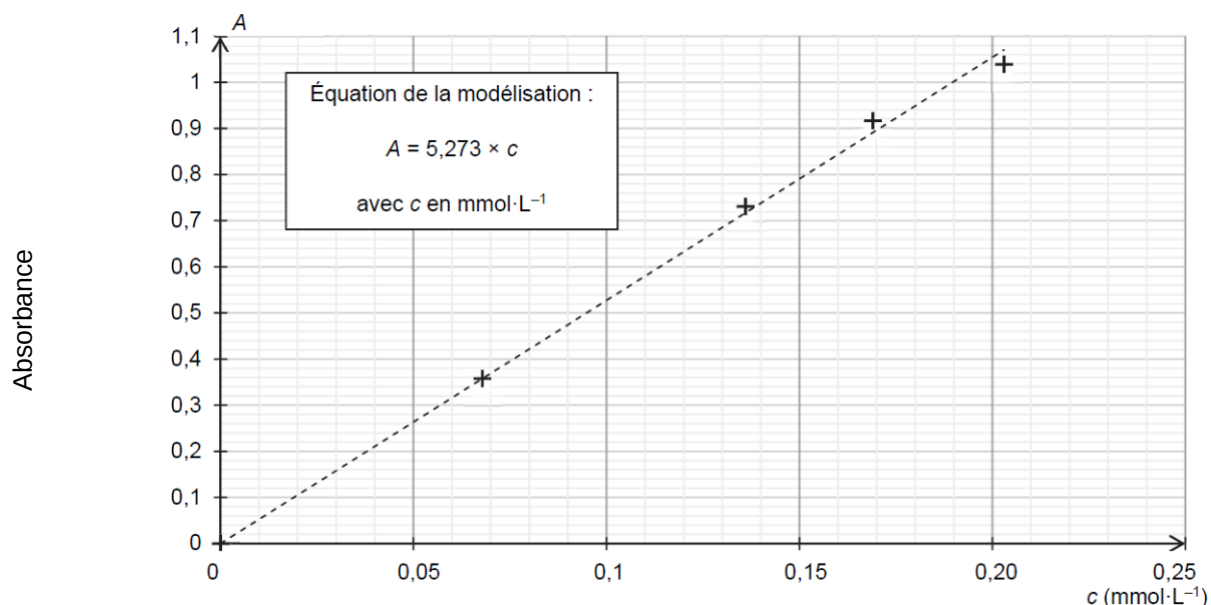
Pour une longueur d'onde et une température données, dans une certaine gamme de concentration, l'absorbance A d'une solution est proportionnelle à la concentration en quantité de matière C de l'espèce colorée qu'elle contient. La loi de Beer-Lambert peut alors s'écrire :

$$A = k \cdot C$$

avec A sans unité, C en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et k en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Le coefficient de proportionnalité k dépend, entre autres, de la nature de l'espèce colorée en solution et de la longueur d'onde des radiations utilisées pour les mesures.

Courbe d'étalonnage de l'absorbance mesurée à $\lambda = 590 \text{ nm}$ en fonction de la concentration en bleu d'aniline



TRAVAIL À EFFECTUER

1. Étude de la solution contenue dans l'effaceur (30 minutes conseillées)

La solution contenue dans l'effaceur S_{EFF} est diluée 10 fois. La solution obtenue est notée S.

À partir du matériel et des informations mises à disposition, proposer un protocole de titrage qui permette de déterminer la concentration en ions sulfite C_S de la solution S fournie.

Remarque : on titrera 10,0 mL de solution S.

À l'aide de la pipette jaugée, prélever précisément 10,0 mL de la solution S à titrer.

Verser ces 10,0 mL dans un Erlenmeyer.

Ajouter de l'empois d'amidon qui est l'indicateur coloré

Remplir la burette avec la solution titrante de diiode.

Placer l'Erlenmeyer sur un agitateur magnétique

Ajouter la solution titrante goutte à goutte.

Observer le changement de couleur (bleu foncé): noter le volume de la solution titrante versé à l'équivalence.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté	

Mettre en œuvre le protocole proposé et relever le volume équivalent V_E .

$$V_E = 8,0 \text{ mL (la valeur dépend de l'expérience)}$$

En déduire la concentration en ions sulfite C_S dans la solution S, puis la concentration en ions sulfite C_{EFF} de la solution contenue dans l'effaceur.



A l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_{\text{SO}_3^{2-}}^i}{1} = \frac{n_{\text{I}_2}^{\text{eq}}}{1}$$

$$C_S \times V_S = C_2 \times V_E$$

$$C_S = \frac{C_2 \times V_E}{V_S}$$

$$C_S = \frac{1,0 \times 10^{-2} \times 8,0}{10}$$

$$C_S = 8,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

La solution contenue dans l'effaceur S_{EFF} est diluée 10 fois. La solution obtenue est notée S.

$$C_{EFF} = 10 \times C_S$$

$$C_{EFF} = 10 \times 8,0 \times 10^{-3}$$

$$C_{EFF} = 8,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Le volume de solution S_{EFF} contenue dans un effaceur est $V_{EFF} = 1,0 \text{ mL}$. Déterminer la quantité de matière en ions sulfite n_{EFF} contenue dans un effaceur.

$$n_{EFF} = C_{EFF} \times V_{EFF}$$

$$n_{EFF} = 8,0 \times 10^{-2} \times 1,0 \times 10^{-3}$$

$$n_{EFF} = 8,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

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

2. Étude de l'encre (20 minutes conseillées)

On cherche à déterminer, à l'aide de mesures d'absorbance, la quantité de matière de bleu d'aniline contenue dans une cartouche d'encre bleue.

On appelle S_{encre} la solution contenue dans la cartouche.

Le contenu d'une cartouche, de volume 0,70 mL, a été dilué dans une fiole jaugée de ...1000 mL

On appelle $S_{\text{encre diluée}}$ la solution ainsi obtenue.

Mesurer l'absorbance $A_{\text{encre diluée}}$ de la solution $S_{\text{encre diluée}}$. Noter la valeur obtenue : $A_{\text{encre diluée}} = \dots 0,270$ (la valeur dépend de l'expérience)

On admet que le bleu d'aniline est la seule espèce colorée présente dans l'encre qui absorbe à la longueur d'onde de travail.

À l'aide de la courbe d'étalonnage fournie, déterminer la concentration en quantité de matière en bleu d'aniline $C_{\text{encre diluée}}$ de cette solution. En déduire la concentration C_{encre} de la solution S_{encre} .

D'après l'équation donnée sur la courbe d'étalonnage : $A = 5,273 \times C$ (attention C est en mmol.L⁻¹)

$$5,273 \times C = A$$

$$C = \frac{A}{5,273}$$

$$C_{\text{encre diluée}} = \frac{A_{\text{encre diluée}}}{5,273}$$

$$C_{\text{encre diluée}} = \frac{0,270}{5,273}$$

$$C_{\text{encre diluée}} = 5,1 \times 10^{-2} \text{ mmol. L}^{-1}$$

$$C_{\text{encre diluée}} = 5,1 \times 10^{-2} \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$C_{\text{encre diluée}} = 5,1 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

Lord d'une dilution, la quantité de matière se conserve : $n_{\text{encre}} = n_{\text{encre diluée}}$

$$C_{\text{encre}} \times V_{\text{encre}} = C_{\text{encre diluée}} \times V_{\text{encre diluée}}$$

$$C_{\text{encre}} = \frac{C_{\text{encre diluée}} \times V_{\text{encre diluée}}}{V_{\text{encre}}}$$

$$C_{\text{encre}} = \frac{5,1 \times 10^{-5} \times 1000}{0,70}$$

$$C_{\text{encre}} = 7,3 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

Déterminer la quantité de matière initiale en bleu d'aniline n_b contenue dans une cartouche.

$$n_b = n_{\text{encre}} = C_{\text{encre}} \times V_{\text{encre}} = 7,3 \times 10^{-2} \times 0,70 \times 10^{-3} = 5,1 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

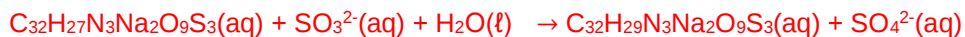
APPEL n° 3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

3. Capacité d'effaçage (10 minutes conseillées)

On suppose que toute la solution qui imprègne l'effaceur peut remplir sa fonction d'effaçage.

Un effaceur suffit-il à effacer le contenu d'une petite cartouche d'encre ? Justifier la réponse.

La réaction se produisant sur l'encre lors de l'utilisation de l'effaceur est modélisée par l'équation :



Qui est le réactif limitant ?

$$x_{\max 1} = \frac{n_b}{1} = \frac{5,1 \times 10^{-5}}{1} = 5,1 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$x_{\max 2} = \frac{n_{\text{EFF}}}{1} = \frac{8,0 \times 10^{-5}}{1} = 8,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$x_{\max 1} < x_{\max 2}$: l'encre est le réactif limitant.

Ainsi, un effaceur suffit à effacer le contenu d'une petite cartouche d'encre.

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