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 **quatre** 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'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examinateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.
L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Dans l'industrie, le laboratoire de contrôle qualité est chargé de vérifier, à partir d'un dossier technique, la conformité des matières premières et des produits aux différents stades de la production : leurs caractéristiques physiques (forme, apparence) et chimiques (composition, dosages…).
Les mélanges solides urée-allantoïne peuvent être utilisés comme matières premières dans l'industrie cosmétique pour l'élaboration de crèmes pour le visage, par exemple, et sont alors analysés par le laboratoire de contrôle qualité.

Le but de cette épreuve est de déterminer si le mélange urée-allantoïne fourni peut être employé pour fabriquer une crème hydratante pour le visage.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Titrage de l'allantoïne

Le titrage de l'allantoïne HA peut être réalisé avec comme réactif titrant une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$), base forte, selon la transformation chimique d'équation :

$$HA(aq) + HO^-(aq) \rightarrow A^-(aq) + H_2O(\ell)$$

Composition pour 100 g d'une crème hydratante pour le visage

- eau : 47 g
- huiles et beurres végétaux : 30 g
- extrait de wakamé : 10 g
- émulsifiant : 7,0 g
- urée : 5,0 g
- allantoïne : 1,0 g

d'après un site personnel dédié à la fabrication de produits cosmétiques

Données utiles sur l'urée et l'allantoïne

L'urée

- L'urée est une base très faible.
- Masse molaire moléculaire de l'urée : $M_{urée} = 60\ g{\cdot}mol^{-1}$.
- L'urée est très soluble dans l'eau, quelle que soit la température.
- Température de fusion : 132 °C à 135 °C.

L'allantoïne

- L'allantoïne est un acide qui sera noté HA.
- Masse molaire moléculaire de l'allantoïne : $M_{allantoïne} = 158\ g{\cdot}mol^{-1}$.
- Solubilité dans l'eau bouillante : $150\ g{\cdot}L^{-1}$.
- Solubilité dans l'eau à 70 °C : $40\ g{\cdot}L^{-1}$.
- Solubilité dans l'eau « à froid » : $5\ g{\cdot}L^{-1}$.
- Température de fusion : 230 °C.

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Préparation du titrage pH-métrique (10 minutes conseillées)

Peser, de façon précise, une masse comprise entre 9,5 et 10,5 g de mélange urée-allantoïne.

Noter la masse prélevée : $m_{mélange\ urée\text{-}allantoïne}$ =……Valeur expérimentale

Dissoudre le mélange urée-allantoïne dans 50 mL d'eau chaude à 70°C environ et maintenir sous agitation. On obtient une solution notée S. A faire expérimentalement.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

2. Mise en œuvre du titrage (20 minutes conseillées)

La solution S est titrée par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration en quantité de matière $C_b = 0{,}50\ mol{\cdot}L^{-1}$.

Débuter le titrage lorsque la température de la solution S atteint environ 40°C. A faire expérimentalement.

Tracer, à l'aide d'un tableur-grapheur, la courbe $pH = f(V_{versé})$ avec $V_{versé}$ le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé en mL. A faire expérimentalement.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter la courbe $pH = f(V_{versé})$ ou en cas de difficulté	

3. Exploitation des résultats expérimentaux (30 minutes conseillées)

3.1. Justifier que l'utilisation d'une solution d'hydroxyde de sodium pour effectuer le titrage permet de ne doser que l'allantoïne dans la solution préparée, et pas l'urée également présente.
D'après les données, l'urée est une base très faible et l'allantoïne est un acide.
Or l'hydroxyde de sodium est une base forte, elle ne réagit qu'avec un acide.
Ainsi, l'utilisation d'une solution d'hydroxyde de sodium pour effectuer le titrage permet de ne doser que l'allantoïne dans la solution préparée, et pas l'urée également présente.

3.2. Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.
On utilise la courbe $pH = f(V_{versé})$ pour déterminer, à l'aide de la méthode des tangentes parallèles les valeurs expérimentales de pH_E et V_E.

pH_E = …… Valeur expérimentale V_E = …… Valeur expérimentale

3.3. À partir des résultats expérimentaux et des informations mises à disposition, déterminer la quantité de matière d'allantoïne $n_{allantoïne}$ titrée. En déduire la masse d'allantoïne $m_{allantoïne}$ présente dans le mélange urée-allantoïne.

$HA(aq) + HO^-(aq) \rightarrow A^-(aq) + H_2O(\ell)$
A l'équivalence :

$$\frac{n_{AH}}{1} = \frac{n^{eq}_{HO^-}}{1}$$

$$n_{allantoïne} = C_b \times V_E$$

$$n_{allantoïne} = 0{,}50 \times Valeur\ trouvée\ experimentalement.$$

$$n_{allantoïne} = \frac{m_{allantoïne}}{M_{allantoïne}}$$

$$m_{allantoïne} = n_{allantoïne} \times M_{allantoïne}$$

$$m_{allantoïne} = valeur\ trouvée\ precedement \times 158$$

3.4. En déduire la masse d'urée $m_{urée}$ contenue dans l'échantillon du mélange urée-allantoïne analysé.

$m_{\text{échantillon}} = m_{\text{allantoïne}} + m_{\text{urée}}$
$m_{\text{urée}} = m_{\text{échantillon}} - m_{\text{allantoïne}}$
$m_{\text{urée}} = valeur\ trouvée\ experimentalement - valeur\ trouvée\ precedement$

3.5. Calculer le rapport $\frac{\text{masse d'allantoïne}}{\text{masse d'urée}}$ dans le mélange testé.

$\frac{\text{masse d'allantoïne}}{\text{masse d'urée}} = \frac{valeur\ trouvée\ precedement}{valeur\ trouvée\ precedement}$

3.6. En utilisant les informations mises à disposition et le rapport calculé lors de la question précédente, indiquer si le mélange urée-allantoïne testé peut être utilisé pour la fabrication d'une crème hydratante pour le visage. Justifier.

Pour la fabrication de 100g d'une crème hydratante pour le visage, le mélange urée-allantoïne respecte les proportions urée : 5,0 g et allantoïne : 1,0 g.
$\frac{\text{masse d'allantoïne}}{\text{masse d'urée}} = \frac{1,0}{5,0} = 0,2$
Si le résultat trouvé à la question précédente correspond à ce rapport, alors le mélange urée-allantoïne testé peut être utilisé pour la fabrication d'une crème hydratante pour le visage.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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