

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Préparation du dispositif expérimental de titrage (20 minutes conseillées)	6
2. Mise en œuvre du titrage (20 minutes conseillées)	7
3. Détermination de l'usage possible du mélange (20 minutes conseillées)	7

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • préparer et mettre en œuvre le titrage pH-métrique d'une solution préparée à partir d'un mélange d'allantoïne et d'urée ; • repérer les causes d'incertitudes sur la valeur obtenue du volume à l'équivalence ; • analyser les résultats obtenus pour déterminer l'usage possible de ce mélange.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) : coefficient 1 • Réaliser (RÉA) : coefficient 3 • Valider (VAL) : coefficient 2
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tous les appareils (ordinateur, pH-mètre, balance,...) qui doivent être connectés au secteur le sont avant l'arrivée du candidat. <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Placer environ 10 g du mélange d'allantoïne et d'urée (voir fiche II) dans une coupelle pour chaque candidat. • Étalonner le pH-mètre. • Ouvrir le logiciel tableur-grapheur. <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier qu'aucune sauvegarde n'a été effectuée précédemment dans le logiciel tableur-grapheur. • Ajouter du mélange d'allantoïne et d'urée dans les coupelles. • Fournir de l'eau chaude (70°C environ) aux candidats.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Préparation du dispositif expérimental de titrage (20 minutes) • Mise en œuvre du titrage (20 minutes) • Détermination de l'usage possible du mélange (20 minutes) <p>Il est prévu deux appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel n°1, l'examineur vérifie la mise en œuvre du dispositif expérimental de titrage proposé par le candidat. • Lors de l'appel n°2, l'examineur vérifie la courbe représentant le <i>pH</i> en fonction du volume de base ajouté. • Lors de l'appel facultatif, l'examineur vérifie l'exploitation des résultats expérimentaux. <p>Le reste du temps, l'examineur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <p><u>Autres remarques éventuelles :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la dissolution du solide n'est pas totale, il faut prévoir de compléter éventuellement la solution d'allantoïne avec un petit supplément d'eau chaude lors du titrage. • La valeur du <i>pH</i> dépend de la température. Ainsi, en faisant varier la température pendant le titrage (solution chaude titrée par une solution à température ambiante, le dispositif de titrage étant à température ambiante), on impose des variations de <i>pH</i> non contrôlées et qui ne sont pas liées au titrage lui-même. Lors de l'épreuve, ce phénomène est toutefois négligeable car la manipulation est assez rapide. • La détermination du volume versé à l'équivalence se fait à partir de la courbe $pH = f(V)$ obtenue grâce au logiciel tableur-grapheur. Le candidat peut utiliser la fonction dérivée du logiciel ou bien imprimer la courbe et utiliser la méthode des tangentes.

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation.

Paillasse candidats

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un ordinateur équipé d'un logiciel tableur-grapheur (avec sa notice d'utilisation), et éventuellement d'une imprimante
- une coupelle contenant 10 g environ d'un mélange « allantoïne-urée » (voir ci-après pour sa préparation) recouverte d'un film protecteur
- de l'eau chaude (70°C environ)
- un flacon contenant 100 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C = 0,50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- une pissette d'eau distillée
- des gants et des lunettes de sécurité
- un bécher de 150 mL
- trois béchers de 100 mL
- une éprouvette de 50 mL
- une fiole jaugée de 50,0 mL avec un bouchon
- un agitateur magnétique et un barreau aimanté
- une spatule et une coupelle de pesée
- une burette graduée
- un pH-mètre étalonné
- du papier Joseph
- du papier absorbant
- un marqueur pour la verrerie
- un gant ou une pince en bois pour manipuler la verrerie chaude
- un entonnoir adapté à la fiole jaugée
- un support pour électrode
- un thermomètre
- une balance

Paillasse professeur

- un flacon contenant du mélange d'allantoïne et d'urée (cf. ci-après)
- de l'eau chaude (70°C environ)
- une clé USB contenant le tableau des valeurs de pH pour les candidats ne parvenant pas à effectuer les mesures, ainsi que la courbe $pH = f(V)$ pour les candidats n'arrivant pas à la produire

Documents mis à disposition des candidats

- une notice d'utilisation simplifiée du pH-mètre et du logiciel tableur-grapheur

Remarques

- **Préparation du mélange** : mélanger intimement de l'urée et de l'allantoïne dans les proportions massiques 5 pour 1 (50 g d'urée et 10 g d'allantoïne par exemple).

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **cinq** feuilles individuelles 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'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

L'allantoïne et l'urée sont deux molécules d'origine naturelle que l'on peut aussi synthétiser en laboratoire. L'allantoïne est connue pour ses propriétés adoucissantes, apaisantes et cicatrisantes tandis que l'urée est reconnue pour ses forts pouvoirs hydratants et kératolytiques*. Ayant des propriétés complémentaires, l'allantoïne et l'urée sont parfois associées dans des cosmétiques tels que des crèmes et des gels douche.

* « *kératolytique* » se dit d'une substance capable de dissoudre la kératine, principale protéine constituant la couche cornée de l'épiderme.

Le but de cette épreuve est de déterminer les quantités respectives d'allantoïne et d'urée présentes dans un mélange destiné à la préparation d'un cosmétique.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Données sur l'allantoïne et l'urée**L'allantoïne

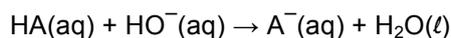
- L'allantoïne est un acide qui sera noté HA.
- Masse molaire moléculaire de l'allantoïne : $M = 158 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Solubilité dans l'eau bouillante : $150 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Solubilité dans l'eau à 70°C : $40 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Solubilité dans l'eau « à froid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

L'urée

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

Document 2 : Titrage de l'allantoïne

Le titrage de l'allantoïne peut être réalisé par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$), **base forte**, selon la réaction d'équation :

**Document 3 : Composition de deux cosmétiques (valeurs exprimées en pourcentages massiques)**Crème pour le visage

- Eau 41%.
- Huiles et beurres végétaux 30%.
- Extrait de wakamé 10%.
- Urée 10%.
- Émulsifiant 7%.
- Allantoïne 1%.

d'après : <https://cosmetoenfolie>

Gel douche

- Base lavante 92%.
- Urée 5%.
- Fragrance 2%.
- Allantoïne 1%.

d'après : <http://lalo-cosmeto.blogspot.fr>

Matériel mis à disposition

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un ordinateur équipé d'un logiciel tableur-grapheur
- une coupelle contenant 10 g environ d'un mélange « allantoïne-urée » recouverte d'un film protecteur
- de l'eau chaude
- un flacon contenant 100 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C = 0,50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- une pissette d'eau distillée
- des gants et des lunettes de sécurité
- un bécher de 150 mL
- trois béchers de 100 mL
- une éprouvette de 50 mL
- une fiole jaugée de 50,0 mL avec un bouchon
- un agitateur magnétique et un barreau aimanté
- une spatule et une coupelle de pesée
- une burette graduée
- un pH-mètre étalonné
- du papier Joseph
- du papier absorbant
- un marqueur pour la verrerie
- un gant ou une pince en bois pour manipuler la verrerie chaude
- un entonnoir adapté à la fiole jaugée
- un support pour électrode
- un thermomètre
- une balance

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Préparation du dispositif expérimental de titrage (20 minutes conseillées)**

Dans environ 50 mL d'eau chaude, dissoudre une masse comprise entre 5,5 g et 6,5 g du mélange « allantoïne-urée », dont on notera précisément la valeur ci-dessous.

Masse prélevée : $m_{\text{mélange}}$ = **Par exemple : 6g**

Préparer le dispositif expérimental permettant de mettre en œuvre le titrage pH-métrique de la solution préparée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C = 0,50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

-Agitateur magnétique sur lequel bécher contenant solution à titrée (100ml) et barreau aimanté.

-Sonde ph-métrique branché sur pH-mètre, dans bécher et accrochée avec potence.

-Potence où on accroche burette graduée (préalablement RINCEE) et on l'on verse solution d'hydroxyde de sodium

-Thermomètre (accroché à potence?)

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le dispositif expérimental avant de débiter le titrage ou en cas de difficulté	

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

Attendre que la température de la solution préparée soit égale à 40 °C environ, puis commencer le titrage.

Selon matériel : pH-mètre DEJA étalonné. Juste à brancher sur PC, faire réglage, lancer acquisition et verser ml par ml

Tracer, à l'aide d'un tableur-grapheur, la courbe $pH = f(V_{\text{versé}})$.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter la courbe représentant le pH en fonction du volume de base ajouté ou en cas de difficulté	

3. Détermination de l'usage possible du mélange (20 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 présente dans la solution préparée, et pas l'urée également présente.

L'urée est une base faible (doc 1), ne réagit pas avec solution d'hydroxyde de sodium qui est aussi une base mais forte. Donc hydroxyde ne réagit qu'avec allantoïne, qui est un acide.

3.2. À partir des résultats expérimentaux, déterminer la masse d'allantoïne $m_{\text{allantoïne}}$ présente dans le mélange « allantoïne-urée ».

Avec méthode des tangentes, on détermine volume à l'équivalence V_e .

Comme pas de coef stochio, à l'équivalence on a:

$$n(\text{HA}) = n(\text{HO}^-) \Leftrightarrow C_{\text{HA}} \times V_{\text{HA}} = C_{\text{HO}^-} \times V_e$$

$$\text{D'où } C_{\text{HA}} = \frac{C_{\text{HO}^-} \times V_e}{V_{\text{HA}}}$$

$$\text{Or, concentration lié par la relation : } C_{\text{HA}} = \frac{n(\text{HA})}{V_{\text{HA}}} \Leftrightarrow C_{\text{HA}} = \frac{m_{\text{allantoïne}}}{M(\text{AH}) \times V_{\text{HA}}} \Leftrightarrow m_{\text{allantoïne}} = C_{\text{HA}} \times M(\text{AH}) \times V_{\text{HA}}$$

APPEL FACULTATIF



3.3. En déduire la masse d'urée $m_{urée}$ présente dans le mélange « allantoïne-urée ».

Dépend de la masse prise au début.

$$m_{urée} = m_{mélange} - m_{allantoïne}$$

3.4. Déterminer à quel type de préparation cosmétique ce mélange pourrait être destiné : crème pour le visage ou gel douche.

Calculer pourcentage d'allantoïne et d'urée par rapport à masse prise au début et en fonction des documents conclure

3.5. Identifier deux sources possibles d'erreurs liées aux manipulations conduisant à la détermination de la masse d'allantoïne dans le mélange « allantoïne-urée ».

-Déterminer volume à l'équivalence (graphiquement = compliqué ou avec méthode tangente = compliqué)

-Commencer le titrage à 70°C -> trop grande variation de température entraine variation de pH

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