

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR BIOCHIMISTE

SCIENCES PHYSIQUES

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

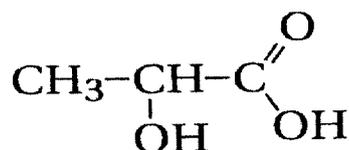
- *Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*
- *Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

SCIENCES PHYSIQUES

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.

A : POLARIMETRIE (13 points)

L'acide lactique de formule brute $C_3H_6O_3$ est un composé organique de formule semi-développée :



Il peut être obtenu par la fermentation de l'amidon, de la canne à sucre mais c'est dans le lait qu'il fut découvert en 1780.

L'acide lactique se forme en très faible quantité dans les muscles au cours d'efforts physiques. Mais la libération d'une grande quantité d'acide lactique peut provoquer des crampes.

- 1 - Définir une substance optiquement active.
- 2 - Décrire une expérience simple permettant de mettre en évidence l'activité optique d'une substance : on fera un schéma légendé
- 3 - Enoncer la loi de Biot et définir chaque terme employé avec son unité dans le système international. A l'aide d'un tube polarimétrique de longueur $l = 30,0$ cm, on mesure les angles α de rotation que produisent des solutions étalon d'acide L-lactique sur le plan de polarisation de la lumière. On obtient le tableau de mesure suivant (à 25°C pour la raie D du sodium) :

Concentration (kg.m^{-3})	0	40,0	80,0	120	160	200
$\alpha(^{\circ})$	0	2,29	4,56	6,82	9,15	11,3

- 4 - Déterminer, par la méthode de votre choix, le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide L-lactique, $[\alpha]_D^{25}$ en unité du système international.

On dispose d'une solution de lait que l'on a laissé à l'air libre. Des bactéries se sont développées et sécrètent une enzyme capable d'hydrolyser le lactose du lait. On a filtré cette solution afin d'obtenir une solution A homogène et transparente.

- 5 - On mesure le pouvoir rotatoire de cette solution A $\alpha_A = 5,17^{\circ}$, déterminer en kg.m^{-3} , puis en mol.L^{-1} la concentration de la solution A. On supposera que l'acide lactique est présent uniquement sous la forme de son énantiomère L dans la solution A.
- 6 - On effectue un mélange d'une solution d'acide L-lactique et d'une solution d'acide D-lactique aux mêmes concentrations.
 - 6.1 - Comment nomme-t-on ce type de mélange ?
 - 6.2 - Quel serait l'angle de déviation du plan de polarisation de la lumière ? Justifier.

Données : $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

B : RADIOACTIVITE ET DATATION GEOLOGIQUE (12 points)

- 1 - Il existe trois types de désintégrations radioactives : α , β^+ , et β^- ; quelle est la nature des particules émises dans chacune de ces désintégrations ?
- 2 - Le potassium ${}^{40}_{19}\text{K}$ est radioactif et se désintègre en donnant de l'argon ${}^{40}_{18}\text{Ar}$.
 - 2.1 - Ecrire l'équation de la réaction de désintégration.
 - 2.2 - Rappeler les règles utilisées.
 - 2.3 - De quel type de désintégration s'agit-il ?
 - 2.4 - Définir la demi-vie radioactive, notée $t_{1/2}$.
 - 2.5 - La demi-vie radioactive du potassium 40 est : $t_{1/2} = 1,3 \cdot 10^9$ ans. En déduire la valeur de sa constante radioactive λ .

Dans certaines roches volcaniques, on décèle la présence de potassium ${}^{40}_{19}\text{K}$ radioactif. Lors d'une éruption volcanique, comme celle du Piton de la Fournaise survenue en août 2004, tout l'argon produit s'évapore (sous l'effet des conditions de température et de pression) : on dit que la lave dégaze. A cette date, considérée comme instant initial $t = 0$, la lave volcanique solidifiée ne contient pas d'argon.

Plus tard, à l'instant t , on effectue un prélèvement de roche sur le site d'un ancien volcan. Un spectrographe détermine la composition massique de ce prélèvement, qui contient, entre autres :

$$m_K = 1,57 \text{ mg de } {}^{40}_{19}\text{K} \text{ et } m_{\text{Ar}} = 82,0 \mu\text{g de } {}^{40}_{18}\text{Ar}$$

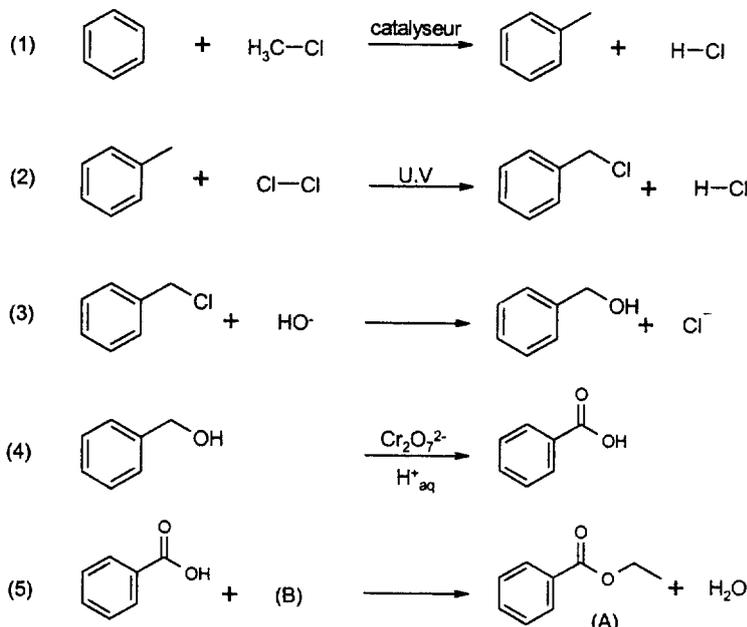
- 3 - Déterminer le nombre d'atomes de potassium 40 (N_K) et le nombre d'atomes d'argon 40 (N_{Ar}) à la date t du prélèvement.
- 4 - On note N_0 le nombre d'atomes de potassium 40 contenus à l'instant initial $t = 0$ (lors du dégazage) dans la roche prélevée à l'instant t .
Justifier la relation : $N_0 = N_K + N_{\text{Ar}}$.
- 5 - Exprimer le nombre d'atomes $N_K(t)$ de potassium 40 en fonction de t , N_0 et λ .
- 6 - Déterminer la date approximative de l'éruption.

Données : On suppose que $M(\text{K}) \approx M(\text{Ar}) = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

C : CHIMIE ORGANIQUE (13 points)

Synthèse du benzoate d'éthyle à partir du benzène

Pour synthétiser le benzoate d'éthyle (A) à partir du benzène, on propose la séquence réactionnelle suivante :



1 - Etape (1) :

- 1.1 - De quel type de réaction s'agit-il ?
- 1.2 - Quel est le catalyseur usuellement utilisé ?
- 1.3 - Donner le mécanisme de la réaction.

2 - Etape (2) : Quel est le rôle du rayonnement U.V ?

3 - Etape (3) : De quel type de réaction s'agit-il ?

4 - Etape (4) : Ecrire les demi-équations électroniques et l'équation bilan de l'oxydation de l'alcool benzylique en acide benzoïque par le dichromate de potassium K₂Cr₂O₇ en milieu acide.
On donne les couples : Cr₂O₇²⁻ / Cr³⁺ et Ph-COOH / Ph-CH₂-OH.

5 - Etape (5) :

- 5.1 - Donner le nom de la réaction mise en jeu dans cette étape.
- 5.2 - Donner le nom et la formule semi-développée du réactif B.

6 - Le benzoate d'éthyle (A) ainsi synthétisé est soumis à une réaction de mononitration par action de l'acide nitrique.

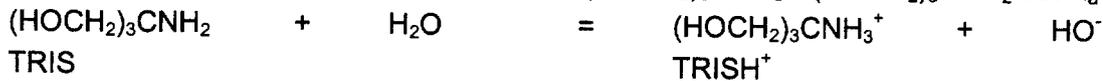
- 6.1 - De que type de réaction s'agit-il ?
- 6.2 - Justifier l'orientation induite par le groupement - COO-CH₂-CH₃ lors de la réaction.
- 6.3 - Représenter le composé majoritairement formé au cours de cette mononitration.
- 6.4 - Ecrire l'équation bilan de la réaction.

D : SOLUTIONS TAMPON (12 points)

Le trihydroxyméthylaminométhane ((HOCH₂)₃CNH₂), couramment appelé TRIS, est souvent utilisé comme tampon par les biochimistes.

Sa zone tampon s'étend de pH = 7,0 à pH = 9,0.

La constante d'acidité du couple mis en jeu (HOCH₂)₃CNH₃⁺ / (HOCH₂)₃CNH₂ est K_a = 8,7.10⁻⁹.



- 1 - Calculer la constante K_b de l'équilibre ci-dessus.
- 2 - Pour quel pH le pouvoir tampon est-il maximum ?
- 3 - Tracer le domaine de prédominance des espèces TRIS et TRISH⁺ en fonction du pH (sur une échelle allant de 0 à 14).
- 4 - Quel est le pH d'une solution tampon contenant un volume V₁ = 100 mL de TRIS à la concentration C₁ = 2,0 mol.L⁻¹ et un volume V₂ = 200 mL de TRISH⁺ à la concentration C₂ = 1,2 mol.L⁻¹ ?
- 5 - On ajoute un volume v₀ = 0,5 mL d'acide chlorhydrique à la concentration c₀ = 6,0 mol.L⁻¹ dans un volume V = 100 mL de cette solution tampon.
 - 5.1 - Ecrire l'équation bilan de la réaction prépondérante.
 - 5.2 - Calculer les concentrations [TRIS] et [TRISH⁺] des espèces TRIS et TRISH⁺ présentes à l'état final.
 - 5.3 - En déduire la valeur du pH de ce nouveau mélange et justifier le caractère tampon de la solution initiale.