

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

BIOTECHNOLOGIE

SESSION 2008

SCIENCES PHYSIQUES

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h – COEFFICIENT : 2,5

L'usage des calculatrices est autorisé

Ce sujet nécessite une feuille de papier millimétré

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisée à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-018 du 1-02-1999).

*Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1 à 4, y compris celle-ci.
Les données sont en italique.
Les données numériques sont indiquées dans chaque exercice.*

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

I PHYSIQUE (16 points)

Les deux questions sont indépendantes

1. Bilan énergétique de la désintégration de l'iode 131

L'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) se désintègre principalement par une radioactivité β^- .

Données : Extrait de la classification périodique :

$_{51}\text{Sb}$	$_{52}\text{Te}$	$_{53}\text{I}$	$_{54}\text{Xe}$	$_{55}\text{Cs}$
------------------	------------------	-----------------	------------------	------------------

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

$1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

$1 \text{ MeV} = 1 \times 10^6 \text{ eV}$

Masse de certains noyaux et particules	$^{131}_{53}\text{I}$	β^-	$^{131}_{54}\text{Xe}$
	130,906114 u	0,000549 u	130,905072 u

- 1.1. Donner la composition du noyau de l'iode 131.
- 1.2. Quelle est la nature de la particule β^- ?
- 1.3. Écrire l'équation de désintégration de l'iode 131, après avoir précisé les lois de conservation utilisées.
- 1.4. Calcul de l'énergie libérée
 - 1.4.1. Donner l'expression littérale de la perte de masse pour cette désintégration.
 - 1.4.2. En déduire l'expression littérale de l'énergie libérée E_1 pour cette désintégration.
 - 1.4.3. Calculer la valeur de l'énergie libérée E_1 en utilisant les unités du système international, puis donner sa valeur en MeV.
- 1.5. Cette désintégration est suivie de l'émission d'un rayonnement γ d'énergie $E_2 = 0,268 \text{ MeV}$.
Quelle est l'origine du rayonnement γ ? Calculer sa longueur d'onde λ_2 .

2. Traitement d'un hyperthyroïdien

Un hyperthyroïdien absorbe une gélule contenant de l'iode 131 (sous forme d'iodure de potassium) d'activité $A = 2,00 \times 10^8 \text{ Bq}$. Les noyaux d'iode radioactifs se fixent rapidement sur la thyroïde. Le temps de demi-vie (période radioactive) de l'iode 131 est $T = 8,10 \text{ jours}$.

- 2.1. Quel est le nombre de noyaux d'iode radioactifs présents dans la gélule au moment de son absorption ?
- 2.2. Composition de la gélule
 - 2.2.1. Quelle est la masse d'iodure de potassium à base d'iode radioactif contenue dans la gélule ?
Données :
Masse molaire $M(\text{KI}) = 170 \text{ g.mol}^{-1}$;
Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 - 2.2.2. La masse d'une gélule est de 1 g. Conclure quant à la composition de la gélule.

II. CHIMIE GÉNÉRALE (21 points)

Tous les ions sont hydratés en solution aqueuse.

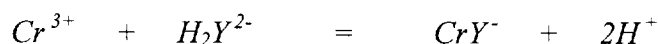
On se propose d'étudier la réaction de complexation des ions Cr^{3+} (aq) par l'E.D.T.A. en solution aqueuse maintenue à $pH = 5,1$.

1. L'E.D.T.A. est un tétra-acide noté H_4Y dont les pK_a en solution aqueuse sont respectivement :



- 1.1. Tracer le diagramme donnant sur une échelle de pH, les domaines respectifs des diverses espèces majoritaires.
- 1.2. Quelle est en conséquence l'espèce prédominante dans cette solution aqueuse sachant que son pH vaut 5,1.

2. L'équation de la réaction de complexation à $pH = 5,1$ s'écrit sous la forme :



Le complexe CrY^- formé est très stable.

La transformation est lente et totale ; elle est d'ordre 1 par rapport aux ions Cr^{3+} et d'ordre 1 par rapport aux ions H_2Y^{2-} . La constante de vitesse est notée k .

La solution contient initialement :

- des ions H_2Y^{2-} de concentration molaire $[H_2Y^{2-}]_0 = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ et
- des ions Cr^{3+} de concentration molaire $[Cr^{3+}]_0 = 3,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

On suit le déroulement de la réaction à température, volume et pH constants en mesurant la quantité de complexe formé et on obtient le tableau suivant :

t en min	0	10	20	30	40	60	90	120
$[CrY^-]$ en mol.L^{-1}	0	$0,240 \times 10^{-3}$	$0,450 \times 10^{-3}$	$0,650 \times 10^{-3}$	$0,840 \times 10^{-3}$	$1,17 \times 10^{-3}$	$1,57 \times 10^{-3}$	$1,88 \times 10^{-3}$

- 2.1. Donner l'expression de la vitesse de la réaction en fonction de k et des concentrations en ions Cr^{3+} et H_2Y^{2-} .
- 2.2. Calculer la concentration en ions H_2Y^{2-} en fin de réaction. Comparer cette valeur à la valeur initiale de la concentration en ions H_2Y^{2-} , $[H_2Y^{2-}]_0 = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$.
En déduire que la concentration en ions H_2Y^{2-} peut être considérée comme constante au cours de la réaction.
Donner alors une expression simplifiée de la vitesse de la réaction en introduisant une constante k' que l'on définira. Quel est alors l'ordre apparent de la réaction par rapport au réactif Cr^{3+} ?
- 2.3. Établir par un simple bilan de matière la relation reliant les concentrations molaires des espèces chimiques Cr^{3+} et CrY^- à l'instant de date t .
Consigner dans un tableau les huit valeurs numériques de $[Cr^{3+}]$ pour chacune des dates t figurant dans le tableau ci-dessus.
- 2.4. On suppose que la disparition des ions Cr^{3+} suit une loi de vitesse du premier ordre.
Donner sans démonstration la relation entre le temps t écoulé depuis le début de la

réaction, la valeur correspondante $[Cr^{3+}]$ de la concentration des ions Cr^{3+} et la valeur initiale de la concentration en ions Cr^{3+} , $[Cr^{3+}]_0$.

2.5. Montrer par une méthode graphique que la cinétique est d'ordre 1 par rapport aux ions Cr^{3+} . On prendra **obligatoirement** pour échelle :

1 cm pour 10 minutes,

10 cm pour une unité logarithmique.

2.6. En déduire la valeur de la constante k' . Préciser son unité.

2.7. En déduire la valeur de la constante k . Préciser son unité.

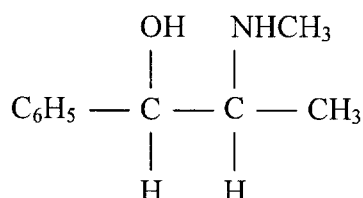
III. CHIMIE ORGANIQUE (13 points)

L'éphédrine est une molécule naturelle extraite de l'Ephédra et utilisée depuis 5000 ans par la médecine chinoise. Il s'agit d'un produit dopant et stimulant.

L'éphédrine naturelle est la (-) éphédrine ou

(1R,2S)-1-phényl-2-(N-méthyl)-aminopropan-1-ol

dont la formule semi-développée plane est la suivante :



1. Faire une représentation de Cram (perspective) de la molécule naturelle de configuration (1R,2S) : le carbone numéro 1 sera représenté à gauche. Justifier la représentation faite.

Données :

Numéros atomiques : $Z(O) = 8$; $Z(N) = 7$; $Z(C) = 6$; $Z(H) = 1$

2. Étude des propriétés optiques de la molécule

2.1. Que signifie la notation (-) devant le nom de la molécule ?

2.2. La loi de Biot est donnée pour une espèce chimique optiquement active en solution dans un solvant inactif par la relation : $\alpha = [\alpha].l.\rho$.

Donner la signification de chacun des termes de cette loi.

2.3. Une solution d'éphédrine de concentration massique $\rho = 100 \text{ g.L}^{-1}$ placée dans la cuve d'un polarimètre de longueur 20,0 cm possède un pouvoir rotatoire de $(-1,20^\circ)$.

Calculer le pouvoir rotatoire spécifique de l'éphédrine en $(^\circ.\text{kg}^{-1}.\text{m}^2)$.

3. La synthèse chimique de l'éphédrine est réalisée depuis 1923. La première étape consiste à faire réagir du benzène sur le chlorure de propanoyle ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COCl}$) en présence de trichlorure d'aluminium (AlCl_3).

3.1. Quel est le rôle de AlCl_3 ?

3.2. De quel type de réaction s'agit-il ?

3.3. Écrire le mécanisme de la réaction.

3.4. Écrire l'équation de la réaction.