

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2003

Série : Biochimie – Génie biologique

Durée : 3 heures

Coefficient : 4

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-186 du 16-11-1999).

2 feuilles de papier millimétré seront fournies au candidat.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1 à 5.

Les données numériques sont indiquées à la fin de 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.

A – PHYSIQUE

EXERCICE I – RADIOACTIVITÉ DE L'IODE (4 points)

L'isotope 131 de l'iode, ^{131}I , a une période radioactive (ou temps demi-vie) $T = 8,0$ jours. Il subit une désintégration radioactive de type β^- .

On dispose d'un échantillon constitué à l'instant $t_0 = 0,00$ jour d'un nombre $N_0 = 6,0 \times 10^{20}$ noyaux d'iode 131 obtenu par prélèvement d'une masse d'environ 0,1 g.

1. Donner une définition de la radioactivité.
2. Écrire l'équation de la réaction de désintégration radioactive du noyau d'iode 131.
Préciser les lois de conservation utilisées.
3. L'activité d'un échantillon
 - 3.1. Que représente l'activité d'un échantillon radioactif ? Avec quelle unité l'exprime-t-on dans le système international ?
 - 3.2. Calculer l'activité de l'échantillon d'iode 131 à l'instant initial t_0 .
4. La désintégration des noyaux
 - 4.1. Combien de noyaux d'iode reste-il après une durée d'une période T ?
 - 4.2. Combien de noyaux d'iode reste-il après une durée de deux périodes, de trois périodes ?
 - 4.3. À l'aide des résultats trouvés à la question précédente, tracer le graphe représentant l'évolution du nombre N de noyaux d'iode restant en fonction du temps : $N = f(t)$, **à rendre avec la copie.**
*Échelles : en abscisses, 1 cm représente 2 jours ;
en ordonnées, 1 cm représente $0,5 \times 10^{20}$ noyaux.*
5. La loi de désintégration radioactive s'écrit $N = N_0 e^{-\lambda t}$.
Calculer le temps t au bout duquel 80 % des noyaux se sont désintégrés.
Vérifier graphiquement ce résultat.

Données :

Numéros atomiques et symboles de quelques éléments chimiques :

Numéro atomique Z	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Symbole	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba	La

EXERCICE II – CHROMAGE DE JANTES (4 points)

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

Pour protéger les jantes des roues de moto de la corrosion, on les recouvre d'un dépôt de chrome. La jante constitue l'électrode reliée à la borne négative du générateur ; l'autre électrode est une barre de chrome. L'ensemble est immergé dans une cuve à électrolyse contenant une solution de sulfate de chrome (III) (2Cr^{3+} , 3SO_4^{2-}). L'électrolyse s'effectue, en courant continu, sous une tension $U = 2,2 \text{ V}$. L'intensité I qui traverse la solution a une valeur égale à 20 kA . L'opération dure 30 secondes. La cuve possède une résistance interne r égale à $1,2 \times 10^{-5} \Omega$.

1. Quantité d'électricité et masse du dépôt.
 - 1.1. Faire un schéma du montage en précisant le nom attribué aux électrodes et le sens de circulation du courant électrique.
 - 1.2. Écrire l'équation de la réaction qui se produit à l'électrode négative et justifier la position de la jante dans le circuit.
 - 1.3. Calculer la quantité d'électricité mise en jeu lors de l'électrolyse.
 - 1.4. Calculer la masse du dépôt de chrome.
2. Énergie consommée et énergie dissipée par effet Joule.
 - 2.1. Quelle est l'énergie électrique nécessaire pour réaliser ce dépôt ?
 - 2.2. Calculer l'énergie thermique dégagée pendant l'opération.

Données :

Masse molaire M du chrome : $M_{\text{Cr}} = 52 \text{ g.mol}^{-1}$

Charge électrique élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Nombre d'Avogadro : $N = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

1 Faraday : $1F = 96500 \text{ C}$

B – CHIMIE

EXERCICE I – ÉTUDE D'UNE SOLUTION AQUEUSE D'AMMONIAC (7 points)

Les questions qui suivent sont indépendantes.

- Structures et géométries de la molécule d'ammoniac et de l'ion ammonium
 - 1.1. Donner les schémas de Lewis de la molécule NH_3 et de l'ion ammonium NH_4^+ .
 - 1.2. En utilisant la méthode VSEPR (ou de Gillespie), prévoir la géométrie de la molécule et celle de l'ion. Comparer les angles de liaison.
- Titration d'une solution d'ammoniac suivi par pH-métrie.

On suit l'évolution du pH quand on verse de l'acide chlorhydrique de concentration molaire $c' = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ dans un volume v égal à 50,0 mL d'une solution aqueuse d'ammoniac de concentration c inconnue.

 - 2.1. Écrire l'équation de la réaction de titrage.

Les valeurs mesurées sont reportées dans le tableau ci-dessous :

<i>pH</i>	10,6	10,0	9,7	9,5	9,3	9,1	9,0	8,9	8,6	8,4	7,9	5,8	3,5	3,2	2,8	2,6
v' (mL)	0	3,0	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	25,0	30

- 2.2. Tracer la courbe (à rendre avec la copie) représentant l'évolution du *pH* en fonction du volume v' d'acide versé.
 - 2.3. Déterminer sur la courbe :
 - a. Le *pH* à l'équivalence, le volume équivalent et en déduire la concentration molaire de la solution d'ammoniac.
 - b. La valeur du pK_a du couple acide-base $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.
- Solution tampon ammoniacale.

On dispose d'une solution de chlorure d'ammonium de concentration molaire $c' = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. Quel volume v' de la solution de chlorure d'ammonium doit-on verser dans un volume v égal à 100 mL d'une solution aqueuse d'ammoniac de concentration molaire $c = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$ afin d'obtenir une solution tampon de $pH = 9,4$?

Données à 25° C, température des expériences :

Produit ionique de l'eau : $pK_e = 14$

pK_a du couple acide-base $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$: $pK_a = 9,2$.

Numéros atomiques des éléments :

Numéro atomique	1	7
élément	H	N

EXERCICE II - MESURE DE LA DURETÉ D'UNE EAU (5 points)

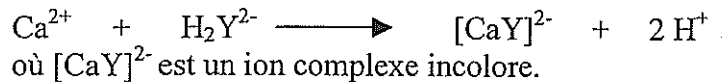
On se propose de déterminer la dureté d'une eau contenant les ions calcium en effectuant un dosage complexométrique.

Pour cela : on introduit dans une burette une solution d'EDTA, (notée $(H_2Y^{2-}, 2 Na^+)$), dont la concentration molaire c_1 est égale à $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

- Dans un erlenmeyer, on verse un volume v égal à 10,0 mL d'eau dont on veut mesurer la dureté. Afin d'avoir un milieu basique, on ajoute une solution tampon de pH égal à 10.

- L'indicateur de fin de réaction est le noir ériochrome (N.E.T). L'équivalence est obtenue quand on a versé 15,5 mL de la solution d'EDTA dans l'erlenmeyer.

L'équation de la réaction de titrage peut s'écrire:



1. En considérant la configuration électronique de l'atome de calcium, justifier le fait que les ions calcium se trouvent sous forme d'ions Ca^{2+} .
2. Faire un schéma légendé du dispositif utilisé pour le dosage.
3. Indiquer les espèces présentes dans l'erlenmeyer :
 - avant ajout de la solution d'EDTA
 - avant l'équivalence du dosage
 - après l'équivalence du dosage
4. Dédire de la question précédente et des données, le changement de couleur à l'équivalence et discuter de la stabilité des différents complexes dans le mélange pour que l'indicateur de fin de réaction puisse être utilisé.
5. Déterminer la concentration molaire c en ions Ca^{2+} de l'eau analysée.
6. En déduire la dureté de l'eau exprimée en degré hydrotimétrique ($^{\circ}TH$).

Données :

Numéro atomique du calcium : $Z = 20$

NET :

en présence de Ca^{2+} , le NET donne un complexe $[Ca NET]^+$ de couleur rouge bordeaux.

en l'absence de Ca^{2+} , le NET est sous sa forme libre et sa couleur est bleue à un pH compris entre 8 et 12.

1 degré hydrotimétrique : $1^{\circ}TH$ correspond à une concentration molaire en ions alcalino-terreux M^{2+} égale à $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.