

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2010

Série : Sciences et Technologies de Laboratoire

Spécialité : Biochimie - Génie biologique

Durée: 3 heures

Coefficient : 4

L'emploi de toutes calculatrices programmables, alphanumérique 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).

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

Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1 à 6 dont une page d'annexe à rendre avec la copie (page 6).

Des données numériques peuvent figurer à la fin de chaque exercice.

Ce sujet nécessite l'utilisation de deux feuilles de papier millimétré qui seront fournies au candidat.

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 (8 points)

I. Iode et médecine nucléaire (4 points)

L'iode 123 (^{123}I) et l'iode 131 (^{131}I) sont couramment utilisés en médecine : le premier pour détecter les anomalies de la thyroïde, le second pour traiter certaines affections.

1. Scintigraphie de la thyroïde

On injecte à un patient présentant des nodules thyroïdiens une dose d'iode 123 d'activité A_0 . Si les nodules ne sont pas cancéreux, ils fixeront peu l'iode 123, en revanche, s'ils fixent fortement l'iode 123, ils sont considérés comme cancéreux. L'iode 123 est un émetteur γ : les rayonnements γ émis sont analysés à l'aide d'une gamma-caméra. On réalise deux images : l'une juste après l'injection du produit, la seconde deux à quatre heures après celle-ci.

Indication : L'activité A d'un échantillon est une grandeur qui donne le nombre de désintégrations par unité de temps à une date t . L'activité est proportionnelle au nombre N de noyaux radioactifs présents dans un échantillon.

1.1. Donner la définition de deux noyaux isotopes.

1.2. Donner la composition du noyau d'un atome d'iode 123 $^{123}_{53}\text{I}$.

1.3. La demi-vie (ou période radioactive) T de l'iode 123 est $T = 13,2$ h.

1.3.a. Définir la demi-vie d'un nucléide.

1.3.b. Illustrer à l'aide du graphique fourni en page 6/6 (annexe-partie I à rendre avec la copie) le fait que l'activité A d'un échantillon suit une loi de décroissance radioactive du même type que le nombre N de noyaux radioactifs présents.

1.3.c. A l'aide du graphique précédent, déterminer la valeur de l'activité de l'iode 123 dans le patient au moment de la réalisation de la deuxième image, trois heures après l'injection.

2. Thérapie par l'iode 131

Pour soigner les reliquats cancéreux après ablation de la thyroïde, l'un des moyens utilisés est la destruction des cellules malignes par ingestion de cachets d'iode 131. L'iode 131 est émetteur β^- et émetteur γ :

- les particules β^- détruisent les cellules malignes ;
- les rayonnements γ permettent de réaliser une scintigraphie afin de vérifier que l'iode s'est bien fixé sur la zone à traiter.

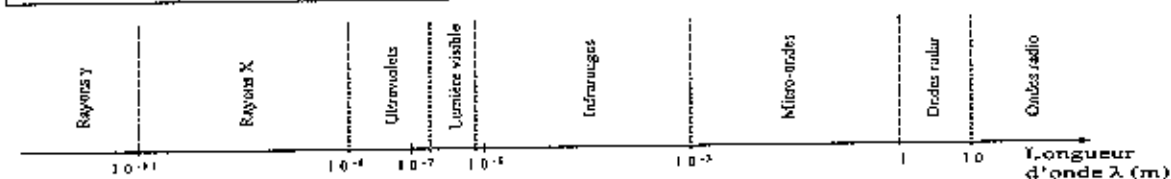
2.1. Considérant l'émission des particules β^- , écrire l'équation de désintégration de l'iode 131 et identifier le noyau formé et la particule émise.

2.2. Un photon γ émis a une énergie $E = 460$ keV. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ correspondante et vérifier que celle-ci appartient bien au domaine des rayonnements gamma de longueur d'onde inférieure à 10^{-11} m.

2.3. Pendant toute la durée du traitement, le patient doit rester hospitalisé dans une chambre radio-protégée. Proposer un dispositif assurant la protection du personnel hospitalier et des visiteurs.

Données :

Eléments chimiques	Sb (antimoine)	Te (tellure)	I (iode)	Xe (xénon)	Cs (césium)
Numéro atomique	51	52	53	54	55



Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s	Célérité de la lumière : $c = 3,0 \times 10^8$ m.s ⁻¹	1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J
--	--	--------------------------------

II. Caractéristique d'un électrolyseur et rendement énergétique (4 points)

Afin de tracer la caractéristique intensité – tension d'un électrolyseur, on réalise un circuit comprenant en série un générateur idéal de tension continue, un rhéostat et l'électrolyseur. On y insère les appareils de mesure nécessaires. Une distribution de points expérimentaux permettant le tracé de la caractéristique de l'électrolyseur est donnée en annexe-partie II page 6/6.

1. Montage

- 1.1. Faire le schéma du montage réalisé et le compléter en plaçant correctement les appareils de mesure nécessaires au relevé des points expérimentaux permettant de tracer la caractéristique.
- 1.2. Représenter sur le schéma du montage, le sens conventionnel du courant et la tension positive U_{AB} aux bornes A et B de l'électrolyseur.

2. Caractéristique de l'électrolyseur

- 2.1. En s'appuyant sur le graphique en annexe-partie II page 6/6, indiquer sur quel domaine de fonctionnement, la caractéristique de l'électrolyseur peut être assimilée à une droite. Tracer la droite correspondante sur l'annexe à rendre avec la copie.
- 2.2. Donner l'expression traduisant la loi d'Ohm pour un récepteur tel qu'un électrolyseur. A l'aide du graphique, déterminer la valeur de la force contre-électromotrice E' puis calculer celle de la résistance interne r' de cet électrolyseur.

3. Bilan énergétique

- 3.1. Donner l'expression de la puissance P_r reçue par l'électrolyseur pour une tension U_{AB} appliquée à ses bornes. Calculer la valeur de cette puissance reçue P_r pour $U_{AB} = 3,5$ V.
- 3.2. Donner l'expression puis calculer la valeur de la puissance perdue par effet Joule P_J pour la même valeur de la tension U_{AB} que précédemment.
- 3.3. Déterminer alors la valeur du rendement ρ de l'électrolyseur.
On rappelle que le rendement est le rapport de la puissance utile P_u à la puissance reçue P_r .

B. CHIMIE (12 points)

I. Lait : frais ou pas frais ? (7 points)

Pour connaître la fraîcheur d'un lait, il suffit de déterminer la concentration massique de l'acide lactique qu'il contient. En effet, sous l'action de ferments lactiques, le lactose du lait se transforme progressivement en acide lactique. Moins le lait est frais, plus il contient d'acide lactique.

L'acide lactique a pour formule : $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$.

Protocole expérimental :

On prélève un volume $V_0 = 20,0 \text{ mL}$ de lait que l'on verse dans un becher et on ajoute environ 30 mL d'eau distillée. On y plonge les électrodes de mesure du pH . Une solution d'hydroxyde de sodium (soude ; $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration $C = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ est placée dans la burette graduée. On note V le volume de solution d'hydroxyde de sodium versé.

Les valeurs de pH après ajout de la solution titrante sont données dans le tableau ci-dessous :

V (mL)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	24,0	26,0	30,0
pH	2,5	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4	4,6	4,9	5,3	8,0	10,7	11,3	11,5	11,6

- Donner le nom de la verrerie respectivement utilisée pour prélever le volume de lait $V_0 = 20,0 \text{ mL}$ et pour prélever le volume de 30 millilitres d'eau.
- Faire le schéma légendé du montage du titrage.
- Tracer le graphique donnant l'évolution des valeurs du pH en fonction du volume V de solution d'hydroxyde de sodium versé.
Echelle : en abscisses V : 1 cm pour 2 mL
en ordonnées pH : 1 cm pour une unité pH .
- A l'aide du graphique :
 - Déterminer les coordonnées du point équivalent en faisant apparaître sur le graphique la méthode utilisée.
 - Montrer que l'acide lactique se comporte comme un acide faible.
 - Déterminer la valeur du $\text{p}K_a$ du couple acide lactique / ion lactate en indiquant la méthode utilisée.
- Ecrire l'équation de la réaction du titrage de l'acide lactique par la solution d'hydroxyde de sodium.
- Etablir l'expression puis calculer la valeur de la concentration molaire C_0 de l'acide lactique.
- Un degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$) correspond à l'acidité qu'apporterait la présence de 0,10 gramme d'acide lactique dans un litre de lait. Un lait frais a une acidité comprise entre 15 et 18 $^{\circ}\text{D}$.
Le lait étudié est-il frais ?

Données :

Atome	H	C	O
Masse molaire atomique en g.mol^{-1}	1,0	12,0	16,0

II. Le chlorure de plomb (5 points)

Le saturnisme est le nom de la maladie correspondant à une intoxication par le plomb. Le plomb, élément chimique présent dans des composés chimiques tels que le chlorure de plomb, peut être inhalé ou ingéré. On s'intéresse ici à la solubilité du chlorure de plomb dans l'eau.

1. Etude de l'élément chlore

Le numéro atomique de l'élément chimique chlore, de symbole Cl, est $Z = 17$.

La masse du noyau d'un isotope donné du chlore est $m = 6,18 \times 10^{-26}$ kg.

- 1.1. Donner la configuration électronique de l'atome de chlore dans son état fondamental.
- 1.2. En déduire la position de l'élément chlore dans la classification périodique.
- 1.3. Déterminer le nombre de nucléons A de cet isotope du chlore.
- 1.4. Donner la représentation symbolique de ce noyau.

2. Etude de la solubilité du chlorure de plomb

On réalise l'expérience suivante à la température $\theta = 20^\circ\text{C}$.

Dans un becher, on place précisément un volume d'eau $V = 100,0$ mL. On pèse des masses de chlorure de plomb PbCl_2 (s) égales à $m = 1,00 \times 10^{-1}$ g que l'on ajoute successivement les unes après les autres dans le même becher, sans variation notable de volume.

Le tableau suivant reprend les conditions de cette expérience.

Etape	1	2	3	4	5	6	7
Masse totale ajoutée dans l'eau (g)	$1,00 \times 10^{-1}$	$2,00 \times 10^{-1}$	$3,00 \times 10^{-1}$	$4,00 \times 10^{-1}$	$5,00 \times 10^{-1}$	$6,00 \times 10^{-1}$	$7,00 \times 10^{-1}$
Volume d'eau (mL)	100	100	100	100	100	100	100

- 2.1. Ecrire l'équation de dissolution du chlorure de plomb dans l'eau.
- 2.2. Exprimer le produit de solubilité du chlorure de plomb puis vérifier que sa solubilité a pour valeur $s = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- 2.3. Dans le tableau ci-dessus, indiquer l'étape à partir de laquelle la dissolution ne peut plus être totale et où l'on peut observer la présence d'un résidu persistant.

3. Influence de la température

En augmentant la température de la solution préparée, la solubilité du chlorure de plomb dans l'eau varie. Les solubilités du chlorure de plomb en fonction de la température de la solution sont données dans le tableau 2 ci-dessous.

Température ($^\circ\text{C}$)	20	30	40	50	60
Solubilité PbCl_2 (g.L^{-1})	4,40	6,60	9,10	11,6	14,4

- 3.1. Tracer le graphe donnant l'évolution de la solubilité s du chlorure de plomb en fonction de la température θ : $s = f(\theta)$.
Echelle : abscisses : 1 cm pour 5°C et ordonnées 1 cm pour 1 g.L^{-1}
- 3.2. Déterminer une valeur de la masse m_1 de chlorure de plomb que l'on peut dissoudre entièrement dans deux litres d'eau à la température de 45°C .

Données :

Produit de solubilité : $K_s(\text{PbCl}_2) = 1,7 \times 10^{-5}$ à 20°C

Masses molaires : $M(\text{Pb}) = 207,2 \text{ g.mol}^{-1}$

$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

Masse d'un nucléon $m_{\text{nucl}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

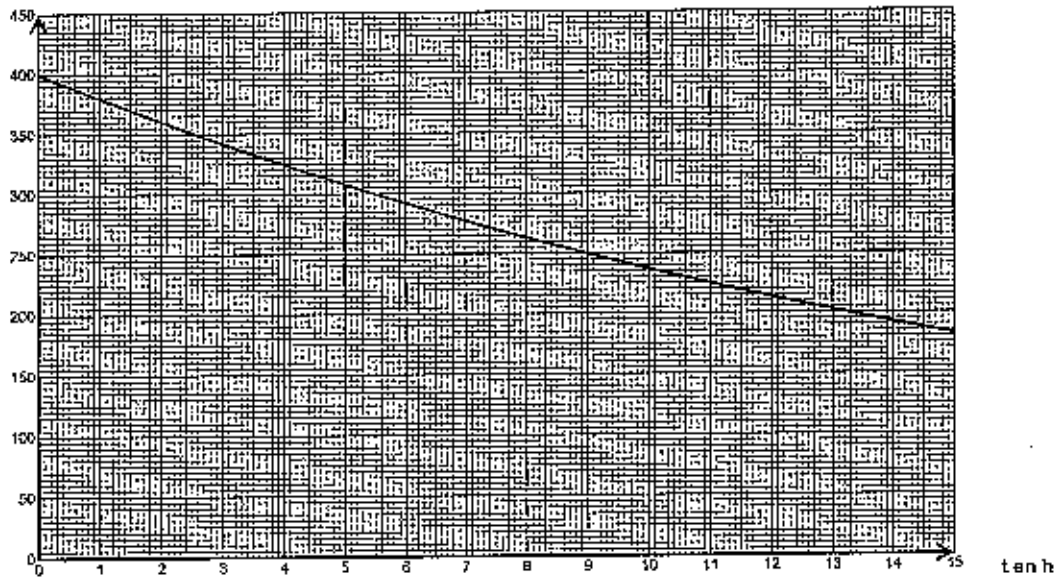
ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

A. Physique

I. Iode et médecine nucléaire

Evolution de l'activité de l'échantillon de produit injecté en fonction du temps :

A en MBq



A. Physique

II. Caractéristique d'un électrolyseur et rendement énergétique

U_{AB} en V

