

Session 2010

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ANALYSES DE BIOLOGIE MÉDICALE

Épreuve : Sciences Physiques

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.
La clarté des raisonnements, la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Le sujet est composé de deux exercices indépendants. Il comporte 8 pages numérotées de 1 à 8 y compris la page de présentation. Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

Exercice A : L'alcool dans l'organisme (12,5 points).

Exercice B : Tomographie par émission de positrons (7,5 points).

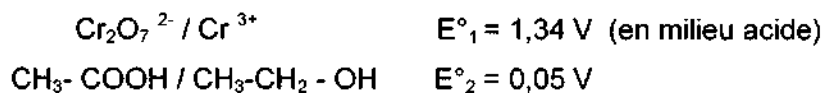
L'exercice A comporte trois parties indépendantes qui peuvent être traitées séparément.

Une banque de données, figurant en page 2, est relative à tout le sujet. En revanche, certaines informations numériques qui apparaissent dans l'énoncé ne sont pas indispensables pour répondre aux questions.

BTS Analyses de Biologie Médicale	SUJET	Session 2010
Epreuve U3 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 10ABE3SPC1		Page 1/8

Banque de données relative à tout le sujet

- **Potentiels standards d'oxydoréduction :**



- **Masses molaires atomiques :**

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

- **Numéros atomiques :**

Élément	N	O	F	Ne	Na
Z	7	8	9	10	11

- **Enthalpies molaires standard de formation à 298 K :**

	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	$\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7(s)$
$\Delta_f H^\circ \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$	-110,5	-241,8	-217,9

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

- **Relation entre constante radioactive et demi-vie :** $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

- **Loi de décroissance radioactive :** $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

Exercice A - L'alcool dans l'organisme (12,5 points)

Les trois parties de cet exercice sont indépendantes

Quand une personne consomme de l'alcool, celui-ci commence à passer immédiatement dans le sang, essentiellement au niveau de l'estomac et de l'intestin, pour être distribué dans tout l'organisme. La quasi-totalité de l'alcool présent dans le sang est alors progressivement oxydée par le foie (la quantité non transformée est éliminée via l'haleine, les urines et la sueur).

Partie I - Conduite en état d'ivresse

Le code de la route définit la conduite en état d'ivresse comme la conduite de tout véhicule lorsque la concentration d'alcool est supérieure ou égale à $0,50 \text{ g.L}^{-1}$ dans le sang ou, supérieure ou égale à $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$ dans l'air expiré (normes en vigueur en 2009). Obligatoire en cas d'accident de la route avec dommage corporel, délit de fuite ou refus d'obtempérer, le dépistage par alcootest ou éthylotest ne permet que de présumer de l'état d'ivresse. La vérification de l'alcoolémie, en cas de dépistage positif, se fait par dosage de l'éthanol dans l'air expiré, à l'aide d'un éthymomètre, ou dans le sang, par chromatographie en phase gazeuse ou méthode oxydo-réductrice.

Pour doser l'éthanol présent dans un échantillon de sang humain, on propose la méthode suivante : on prélève un volume de sang que l'on dissout dans une solution d'acide picrique. On distille l'ensemble et on récupère le distillat ($V_1 = 5,0 \text{ mL}$) contenant la **totalité** de l'éthanol initialement présent dans l'échantillon de sang. Le distillat est ensuite dosé par un mélange sulfochromique (solution de dichromate de potassium ($2 \text{ K}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) et d'acide sulfurique). La concentration molaire en ions dichromate contenus dans la solution titrante est $C_2 = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. L'équivalence est obtenue lorsque l'on a versé un volume de dichromate de potassium égal à $V_2 = 15,8 \text{ mL}$.

I.1 Écrire les demi-équations des couples d'oxydo-réduction mis en jeu puis l'équation de la réaction support du titrage.

I.2 Justifier, sans calcul, le sens d'évolution de cette réaction (on se placera dans les conditions standard).

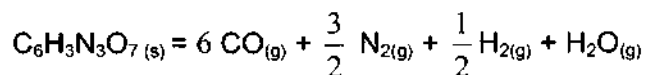
I.3 Définir l'équivalence du titrage et montrer qu'à l'équivalence, les quantités de matière d'alcool dans le distillat dosé et d'ions dichromate versés à l'équivalence vérifient la relation :

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{3}{2} n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$$

I.4 Calculer les concentrations molaires (C_1) et massique (C_m) de la solution alcoolique.

I.5 Cette concentration d'alcool dans le sang est-elle acceptable pour conduire un véhicule ?

L'acide picrique a pour formule brute $\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7$. En vieillissant, une solution d'acide picrique peut cristalliser. Les cristaux formés sont sensibles à la friction et celle-ci peut causer la décomposition détonante de l'acide picrique. Il faut donc contacter une société habilitée à le récupérer pour l'acheminer vers un centre de traitement. La décomposition de l'acide picrique solide conduit à la formation de quatre espèces chimiques gazeuses : monoxyde de carbone, diazote, dihydrogène et eau. Cette réaction est symbolisée par l'équation :



I.6 Calculer l'enthalpie standard de cette réaction à 298 K. Interpréter son signe.

Partie II - Durée de décomposition de l'alcool dans l'organisme

La cinétique de décomposition de l'alcool dans le sang peut être modélisée, de façon élémentaire, en deux étapes :

- 1^{ère} étape : absorption

Passage de l'alcool du milieu extérieur (tube digestif) au milieu intérieur (sang) à travers les parois stomacale et intestinale, processus qui obéit à une cinétique d'ordre 1.

- 2^{ème} étape : transformation

Oxydation de l'alcool dans le sang, par le foie essentiellement.

On s'intéresse, ici, à la cinétique de l'oxydation de l'alcool dans le sang mise en jeu durant la deuxième étape. Pour cela, **on injecte directement dans le sang** une certaine quantité d'éthanol, puis on le dose régulièrement au cours du temps. L'origine des dates est choisie au moment de l'injection, que l'on considère comme instantanée. On obtient les résultats suivants (la concentration d'éthanol dans le sang est supposée uniforme) et le graphique situé en annexe page 8/8.

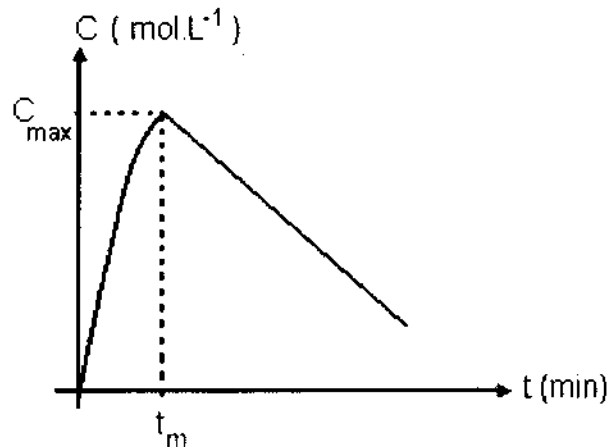
t (min)	0	120	240	360	480	600
C (mol.L ⁻¹)	4,5.10 ⁻²	3,6.10 ⁻²	2,8.10 ⁻²	1,9.10 ⁻²	1,0.10 ⁻²	1,5.10 ⁻³

II.1.1 La vitesse volumique de la réaction d'oxydation s'exprime par la relation $v = -\frac{dC}{dt}$.

Montrer que cette vitesse est constante et a une valeur proche de $7 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

II.1.2 Quel est l'ordre de cette réaction ?

En tenant compte des deux étapes, absorption et oxydation, la résolution mathématique du problème conduit à la courbe dont l'allure est donnée ci-dessous (l'origine des dates correspond au moment de la prise d'alcool). La concentration de l'alcool dans le sang augmente progressivement pour atteindre une valeur maximale au bout d'un temps t_m (compris entre 30 et 60 minutes selon l'individu). Elle diminue ensuite de façon affine au cours du temps. On montre que la vitesse de disparition vaut $v = 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

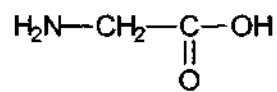


II.2 À partir de l'instant t_m , calculer la durée Δt au terme de laquelle le conducteur pourra prendre le volant, c'est-à-dire quand la concentration massique d'alcool dans le sang sera inférieure à la limite légale de $0,50 \text{ g.L}^{-1}$ (on prendra C_{max} égale à $1,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$).

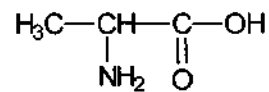
Partie III - Hypoalbuminémie

La consommation d'alcool conduit à une modification quantitative et qualitative des cellules hépatiques (destruction des hépatocytes, multiplication et différenciation des autres cellules du foie). Si elle est excessive et prolongée, cette consommation peut conduire à la cirrhose. Un des signes biologiques qui lui est associé est la baisse du taux d'albumine, protéine sérique synthétisée par le foie.

L'albumine est constituée de plusieurs centaines d'acides aminés, dont les plus simples, la glycine et l'alanine sont représentés ci-dessous :



Glycine



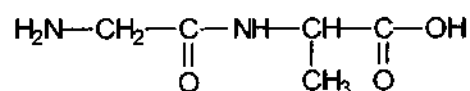
Alanine

III.1.1 Reproduire la formule semi-développée de la glycine, entourer et nommer les groupes fonctionnels présents.

III.1.2 Parmi les deux acides aminés ci-dessus, représenter celui qui possède un carbone asymétrique en repérant ce dernier par un astérisque (*).

III.1.3 Représenter, en perspective de CRAM, son stéréoisomère de configuration S (le classement des substituants est exigé).

La formule semi-développée suivante est celle du dipeptide Gly-Ala



III.2.1 En représentant la glycine par la formule R-CO₂H et l'alanine par la formule R'-NH₂, écrire l'équation de la réaction conduisant au dipeptide Gly-Ala.

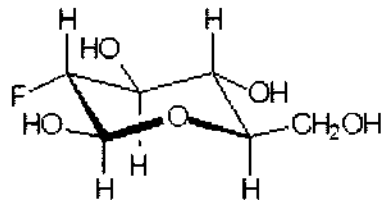
III.2.2 Nommer la liaison formée.

III.2.3 Le dipeptide Gly-Ala pourrait-il réagir avec d'autres acides aminés ? Justifier la réponse.

EXERCICE B - Tomographie par émission de positrons (TEP) (7,5 points)



Cette image représente une vue axiale du cerveau humain, obtenue par tomographie par émission de positrons, aussi appelés positons. Cette technique repose sur le principe général des scintigraphies, obtenues par injection d'un traceur radioactif par voie intraveineuse. Dans le cas de la TEP, ce traceur est souvent un isotope du fluor, le fluor 18. Il est incorporé dans une molécule de glucose en remplacement d'un groupement hydroxyle, l'ensemble formant le ^{18}F -fluorodéoxyglucose, de formule $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5\text{F}$ (en abrégé ^{18}F -FDG). Le ^{18}F -FDG, de masse molaire $181 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, est semblable au glucose : il se fixe au niveau des tissus qui consomment de grandes quantités de ce sucre comme les tissus cancéreux, le muscle cardiaque ou encore le cerveau.



Le fluor 18, dont la période radioactive est $t_{1/2} = 110 \text{ min}$ se désintègre par émission β^+ , rayonnement que l'on peut suivre dans l'organisme du patient grâce à une caméra spéciale.

1. Donner la composition d'un noyau de fluor 18.
2. Rappeler la définition du terme « isotopes ».
3. En rappelant les lois de conservation utilisées, écrire l'équation de la désintégration radioactive du fluor 18.
4. Un patient reçoit, par injection, une dose d'activité $A_0 = 3,60 \cdot 10^8 \text{ Bq}$:
 - 4-1 calculer la valeur de la constante radioactive, λ , du fluor 18 (on exprimera cette constante en min^{-1} puis en s^{-1}). En déduire le nombre N_0 de noyaux de fluor dans la dose injectée.
 - 4-2 déterminer la masse m_0 de ^{18}F -FDG correspondante.
5. On s'intéresse maintenant à la disparition du fluor 18 :
 - 5-1 rappeler la définition de la période radioactive d'un nucléide, appelée aussi demi-vie.
 - 5-2 quelle sera l'activité A_1 mesurée au bout de 110 minutes ?
 - 5-3 calculer l'activité 48 heures après l'injection.

Annexe

Exercice A/ question II.1.2

