

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE	BACCALAUREAT 2013 SCIENCES PHYSIQUES	DURÉE : 4 H Coef. : 4
OFFICE DU BACCALAUREAT	SÉRIE CE	

Exercice 1 : Réactions d'un polyalcool (04,5 points)

SESSION NORMALE

- Donner la formule brute générale d'un polyalcool acyclique saturé contenant n atomes de carbone et x groupe hydroxyle $-OH$. (0,25pt)
 - Un tel polyalcool X a pour masse molaire $M = 62 \text{ g.mol}^{-1}$.
 - Les fonctions alcool de X sont sur des atomes de carbone différents. Montrer que ce polyalcool ne peut contenir plus de deux fonctions alcool. (0,25pt)
 - Déterminer alors la formule semi-développée et le nom de X . (0,75pt)
 - Le composé X est oxydé par un net excès de solution acide de dichromate de potassium.
 - Quelle est la formule semi-développée du composé organique Y obtenu? (0,5pt)
 - Donner son nom. (0,75pt)
 - Calculer la quantité de dichromate qui réagit dans ces conditions avec 3,1 g de X . (0,75pt)
 - Le composé X réagit avec l'acide nitrique pour donner un composé Z qui est explosif.
 - Écrire l'équation-bilan de la réaction entre X et l'acide nitrique. (0,75 pt)
 - Quelle masse de X faut-il pour préparer une tonne de Z ? (0,75 pt)
 - Écrire l'équation-bilan de la décomposition explosive de Z sachant qu'elle produit du CO_2 , de H_2O et de N_2 . (0,25 pt)
 - Les composés X et Y peuvent réagir dans certaines conditions pour donner une macromolécule de P de masse molaire $M = 58 \text{ kg.mol}^{-1}$.
 - Quelle est la formule semi-développée de P ? Quelle est sa fonction chimique? (1 pt)
- On donne en g.mol^{-1} : $M_C = 12$; $M_H = 1$; $M_O = 16$; $M_N = 14$

Exercice 2 : Chimie en solution (04,25 points)

Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution S_0 d'une monoamine primaire saturée d'un laboratoire, les indications relatives à la densité d et à la formule chimique sont illisibles. Seul le pourcentage en masse d'amine pure de la solution S_0 est lisible, soit $P = 63\%$. Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, entreprend de déterminer les informations illisibles sur l'étiquette de ce flacon. Ils font les trois expériences décrites ci-après :

Expérience 1 : Avec une balance de précision, ils mesurent la masse m_0 d'un volume $V_0 = 10 \text{ cm}^3$ de la solution S_0 et trouvent $m_0 = 7,5 \text{ g}$.

Expérience 2 : Ils diluent un volume $V_p = 10 \text{ cm}^3$ de la solution S_0 dans une fiole jaugée de 1 L et obtiennent ainsi une solution S_1 .

Expérience 3 : Ils dosent un volume $V_1 = 10 \text{ cm}^3$ de la solution S_1 par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $C_a = 0,040 \text{ mol.L}^{-1}$ en présence d'un indicateur coloré. Pour atteindre l'équivalence, ils ont versé un volume $V_a = 20 \text{ cm}^3$ d'acide.

- A partir des résultats de l'expérience 1, calculer la masse volumique ρ_0 de la solution S_0 , exprimée en g.L^{-1} . En déduire la valeur de la densité d . (0,5 pt)
- On s'intéresse à l'expérience 3.
 - Faire un schéma légende du dispositif de dosage. (0,5 pt)
 - En notant l'amine par la formule $R-NH_2$, écrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage. (0,25 pt)
 - Calculer la concentration C_1 de la solution S_1 puis, en déduire la concentration C_0 de la solution S_0 . (0,5 pt)
 - Expliquer pourquoi les élèves ont eu besoin de réaliser l'expérience 2 au lieu de doser directement la solution S_0 . (0,25 pt)
- a/ Montrer que la concentration C_0 de la solution S_0 est donnée par : $C_0 = \frac{63\rho_0}{100M}$, relation où M est la masse molaire de l'amine. (0,5 pt)

- b/ En déduire la masse molaire de l'amine en g.mol^{-1} . (0,25 pt)
- c/ Déterminer la formule brute, la formule semi-développée et le nom de la monoamine primaire à chaîne carbonée saturée et non cyclique ; sachant que sa molécule est telle que l'atome de carbone lié à l'atome d'azote est également lié à deux autres atomes de carbone. (0,75 pt)
4. On considère la solution S_1 de la monoamine $R-NH_2$ de concentration C_1 . En supposant que C_1 est telle que $[OH^-] \ll C_1$, démontrer que le pH de cette solution est donné par la relation:
- $$pH = 7 + \frac{1}{2}(pK_a + \log C_1). \text{ Faire l'application numérique.} \quad (0,75 \text{ pt})$$
- Données: Constante d'acidité: $K_a (RNH_3^+/RNH_2) = 2,0 \cdot 10^{-11}$
Masse en g.mol^{-1} : $M_{(C)} = 12$; $M_{(H)} = 1$; $M_{(N)} = 14$

Exercice 3 : Oscillations électriques forcées (05,5 points)

On alimente par une tension sinusoïdale de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$ un circuit constitué en série d'un conducteur ohmique de résistance $R = 200 \Omega$ et d'une bobine B_1 de résistance r et d'inductance L_1 . Dans ces conditions on observe que l'intensité du courant est de la forme $i(t) = I\sqrt{2}\cos\omega t$; la tension aux bornes de la bobine est $u_b = U_b\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_B)$ avec $U_b = 60 \text{ V}$; $\varphi_B = 30^\circ$ et l'impédance de la bobine est $Z_b = 300 \Omega$. La tension d'alimentation est de la forme $u = U_0\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$.

- 1- a/ Déterminer la tension efficace U_R aux bornes du conducteur ohmique R . (0,5pt)
 - b/ Tracer le diagramme de FRESNEL relatif à l'ensemble du circuit et liant les tensions efficaces. On choisit l'échelle suivante : 1 cm pour 10V. (1 pt)
 - c/ Calculer L_1 et r . (0,75pt)
 - d/ Calculer la tension efficace d'alimentation U_0 et contrôler le résultat sur le diagramme de FRESNEL. (0,75pt)
2. On réalise maintenant un montage comprenant en série, le conducteur ohmique R , la bobine B_1 et un condensateur parfait de capacité C . Le circuit est alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$ et de valeur efficace U_1 . On désire obtenir dans ce circuit un courant de même intensité I que dans la question 1-, en utilisant une tension d'alimentation U_1 minimale.
- a/ Montrer que l'impédance de l'ensemble doit être aussi minimale et calculer la valeur de C pour laquelle cette tension est minimale. (0,75pt)
 - b/ Déterminer la valeur efficace de la tension d'alimentation et la puissance moyenne P_1 dissipée dans le circuit. (0,75pt)
- 3- Le condensateur de capacité C utilisé précédemment est branché en série avec une bobine inductive B_2 d'inductance pure de valeur L_2 . Lorsque le circuit est alimenté par la tension sinusoïdale $u(t)$ de valeur efficace U et de fréquence f_1 , la tension efficace aux bornes du condensateur est égale à U_{1C} . Lorsque ce circuit est alimenté par la tension sinusoïdale $u(t)$ de même valeur efficace U et de fréquence $f_2 = n.f_1$ avec $n > 1$, la tension efficace aux bornes du condensateur est égale à U_{2C} . On désire que la tension efficace U_{1C} de fréquence f_1 soit k fois plus élevée que la tension efficace U_{2C} de fréquence f_2 avec $k > 1$. On a alors réalisé un dispositif de filtrage de la tension d'alimentation $u(t)$.
- a/ Déterminer l'expression littérale de L_2 en fonction de C , f_1 , n et k . Montrer que, si $k > n^2$, des valeurs de L_2 sont possibles. (0,75pt)
 - b/ Calculer L_2 pour $f_1 = 50 \text{ Hz}$, $n = 3$, $k = 20$. (0,25pt)

Exercice 4 : Niveaux d'énergie (05,75 points)

Le spectre d'émission d'un élément permet de reconnaître celui-ci partout où il se trouve même à l'état de traces. C'est le principe de l'analyse spectrale qui, en astrophysique, fournit des renseignements précieux sur les astres.

On rappelle que l'intensité de la force électrostatique (ou de Coulomb) s'exerçant entre deux charges q et q' ponctuelles distantes de r est donnée par $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q.q'|}{r^2}$

On considère un « hydrogénoïde » contenant Z protons dans son noyau autour duquel gravite un seul électron appelé « électron optique », de masse m et de charge $-e$.

La masse du noyau est M et sa charge $+Ze$.

1- On admet que le noyau N est fixe, tandis que l'électron décrit une orbite circulaire de centre N , de rayon r .

a/ Donner l'expression de la force d'attraction électrostatique qui agit sur l'électron et montrer que le mouvement de l'électron est uniforme. (0,5 pt)

b/ Montrer que l'énergie cinétique de l'électron sur une orbite de rayon r est donnée par l'expression :

$$E_c = \frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

(0,5 pt)

c/ On démontre que l'électron possède une énergie potentielle E_p , telle que $E_p = -2E_c$.

En déduire l'expression de l'énergie totale de l'électron donc de l'atome (N fixe) E en fonction de Z , e , ϵ_0 et r . (0,25 pt)

2- Pour interpréter le spectre de raies de la série de Balmer, Bohr introduit la condition :

$$E = m.v.r = n \frac{h}{2\pi} \quad \text{avec } n \text{ un entier naturel non nul. (} h \text{ étant la constante de Planck).}$$

a/ Quels sont alors les rayons notés r_n d'orbites possibles de l'électron ? (0,5 pt)

b/ Calculer $r_1 = a_0$: rayon de la première orbite de Bohr ($n = 1$, $Z = 1$). (0,25 pt)

c/ En tenant compte de la quantification des rayons r_n et de l'expression de l'énergie E du système atomique proposé, donner l'expression de E_n en fonction Z , m , e , h , ϵ_0 et n et montrer que E_n est quantifiée. (0,75 pt)

3- Le calcul de constantes figurant dans l'expression de E_n établie conduit à écrire que :

$$E_n = \frac{-13,6Z^2}{n^2} \text{ (eV)}, \text{ avec } E_0 = 13,6 \text{ eV.}$$

Calculer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ($Z = 1$), de l'hélium ionisé He^+ ($Z = 2$) et du Lithium ionisé Li^{2+} ($Z = 3$); à partir de l'état fondamental $n = 1$. (0,75 pt)

4- L'électron passe d'un niveau d'énergie E_n à un niveau inférieur d'énergie E_p .

a/ Y a-t-il absorption ou émission de photon ? (0,25 pt)

b/ Exprimer la longueur d'onde de la radiation correspondante $\lambda_{(n,p)}$ en fonction de E_0 , Z , n , p , h et c . (0,5 pt)

c/ On peut écrire cette longueur d'onde $\lambda_{(n,p)}$ sous la forme: $\lambda_{(n,p)} = \frac{1}{R} \left(\frac{n^2 p^2}{n^2 - p^2} \right)$ où R est une constante appelée constante de Rydberg.

c1/ Exprimer R en fonction de E_0 , Z , h et c . (0,5 pt)

c2/ Calculer cette constante dans les cas suivants :

* Atome d'hydrogène H : $R = R_1$.

* Ion Helium He^+ : $R = R_2$.

* Ion Lithium Li^{2+} : $R = R_3$.

(0,50 pt)

5- On considère dans cette question le spectre de l'atome d'hydrogène. Les radiations monochromatiques émises dans le visible et le proche ultraviolet par l'atome d'hydrogène, constituent la série de Balmer. Les longueurs d'onde de ces raies (exprimées en angström " $\text{\AA}$ ") peuvent être données par la relation suivante :

$$\lambda = \frac{\lambda_0 n^2}{n^2 - 4}, \quad n: \text{étant un entier et } \lambda_0 = 3\,650 \text{ \AA}.$$

Quels sont le nombre et les longueurs d'onde des raies visibles de ce spectre, si ce dernier est limité du côté de l'ultraviolet par la longueur d'onde $\lambda_V = 4\,000 \text{ \AA}$ du violet et du côté de l'infrarouge par la longueur d'onde $\lambda_R = 8\,000 \text{ \AA}$ du rouge ? (0,5 pt)

Données :

Permittivité du vide : $\epsilon_0 = 8,854.10^{-12} \text{ SI}$;

Masse de l'électron : $m = 9,11.10^{-31} \text{ kg}$;

Célérité de la lumière : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$;

Charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$

3/2