



Concours de réorientation

Session : 2016

Epreuve de sciences physiques

Durée : 2 heures

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Le candidat est appelé à traiter les deux parties, chimie et physique, sur feuilles séparées.

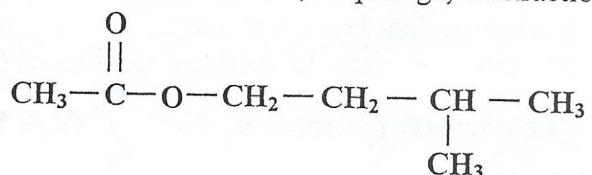
CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,75 points)

On donne les masses molaires : $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.

Les phéromones (ou phérormones ou encore phérohormones) sont des substances chimiques qui servent à la communication au sein d'espèces vivantes. Il existe des phéromones de rassemblement, de pistage, d'attraction sexuelle, de défense, d'alarme...

La phéromone P, phéromone d'alarme chez les abeilles est une substance qui peut être obtenue à partir d'un alcool A et d'un acide carboxylique B. Sa formule semi-développée est donnée ci-contre :



1- Nommer la réaction aboutissant à la synthèse de la phéromone P et donner les deux caractéristiques principales de cette transformation.

2- Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool A ainsi que ceux de l'acide carboxylique B.

3- On se propose de réaliser la synthèse de la phéromone P au laboratoire. Pour ce faire, on introduit dans un ballon 26,4 g de l'alcool A et 18 g de l'acide B. On y ajoute avec précautions 1 mL d'acide sulfurique concentré. On surmonte le ballon d'un réfrigérant et on procède au chauffage pendant 4 heures. La réaction terminée, le mélange est refroidi puis, le contenu du ballon est traité et on recueille à la suite de plusieurs opérations une masse $m_P = 26 \text{ g}$ de phéromone P.

a- a₁- Pourquoi chauffe-t-on le mélange réactionnel ?

a₂- Quel est l'intérêt de surmonter le ballon d'un réfrigérant ?

b- Calculer les quantités de matière initiales n_{A_0} et n_{B_0} respectivement de l'alcool A et de l'acide B ainsi que la quantité de matière n_P de la phéromone P obtenue en fin de réaction.

c- Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_f (rendement) de la synthèse de la phéromone P.

4- a- On opère dans les mêmes conditions expérimentales que précédemment mais, on utilise maintenant 0,3 mol de l'alcool A et 0,6 mol de l'acide B. L'avancement final x'_f de la réaction vérifie alors l'équation: $3x'^2_f - 3,6x'_f + 0,72 = 0$.

Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ'_f de la synthèse de la phéromone P dans ce cas.

Comparer τ'_f à τ_f . Conclure.

b- Pour augmenter le rendement de la synthèse de la phéromone P, on propose les affirmations suivantes :

- éliminer l'eau par distillation au fur et à mesure de sa formation ;
- ajouter une plus grande quantité d'acide sulfurique concentré dans le mélange réactionnel ;
- remplacer l'acide carboxylique par de l'anhydride carboxylique.

A chaque affirmation, répondre par VRAI ou FAUX, en justifiant le choix.

Exercice 2 (4,25 points)

On se propose d'étudier la cinétique chimique de l'oxydation des ions iodure I^- par les ions peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$, transformation modélisée par la réaction d'équation : $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$. Pour cela, à la température $\theta = 35^\circ C$ et à un instant pris comme origine des temps ($t = 0$), on réalise un mélange réactionnel (M) à partir d'un volume $V_1 = 10 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse S_1 de peroxydisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de concentration molaire $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et d'un volume $V_2 = 40 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse S_2 d'iodure de potassium KI de concentration molaire $C_2 = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$. A différents instants t , on prélève un volume $V_p = 2 \text{ mL}$ du mélange (M), que l'on introduit dans un bêcher auquel on ajoute quelques gouttes d'empois d'amidon. On refroidit ce prélèvement en y versant de l'eau glacée puis, on dose le diiode I_2 formé à l'aide d'une solution aqueuse S_0 de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$ de concentration molaire $C_0 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. La réaction de dosage, rapide et totale, s'écrit: $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

$t \text{ (min)}$	5	10	15	20	25	30	35	40
$V_E \text{ (mL)}$	8	12	14	15,2	15,6	16	16	16

V_E est le volume de la solution S_0 , ajouté pour atteindre l'équivalence.

- 1- Pourquoi refroidit-on le prélèvement avant le dosage ? Préciser le rôle de l'empois d'amidon dans ce dosage.
- 2- a- Déterminer $[S_2O_8^{2-}]_0$ et $[I^-]_0$, concentrations molaires initiales respectives des ions peroxydisulfate et des ions iodure dans le mélange (M).
- b- Montrer que, dans le mélange réactionnel (M), la quantité de matière de diiode formé à l'instant t s'exprime par la relation: $n_{I_2} = \frac{C_0 V_E}{2V_p} (V_1 + V_2)$.
- 3- En exploitant le tableau précédent, déterminer:
 - a- la valeur en mol.s^{-1} de la vitesse moyenne de la réaction étudiée entre les instants $t_1 = 10 \text{ min}$ et $t_2 = 25 \text{ min}$;
 - b- la quantité de matière de diiode formé dans le mélange réactionnel (M), à la fin de la réaction ;
 - c- le taux d'avancement final τ_f de la réaction étudiée. Déduire si cette réaction est totale ou limitée.
- 4- On refait l'étude cinétique de la réaction entre $S_2O_8^{2-}$ et I^- , en variant les conditions expérimentales, comme l'indique le tableau ci-contre :

On désigne par : v_1 , v_2 , v_3 et v_4 , les vitesses de la réaction à l'instant $t = 0$, respectivement dans les expériences (1), (2), (3) et (4).

Classer par ordre croissant, en le justifiant, les vitesses v_1 , v_2 , v_3 et v_4 .

Expérience	(1)	(2)	(3)	(4)
$[S_2O_8^{2-}]_0$ (en $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$)	2	4	2	4
$[I^-]_0$ (en $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$)	4	4	4	4
Température θ ($^\circ C$)	35	35	15	35
Présence d'un catalyseur	non	oui	non	non

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

SAPIAND a-t-il massacré ANDER ?

Les travaux de la future station balnéaire ont révélé un site d'une richesse inattendue qui suscite l'enthousiasme des plus grands spécialistes mondiaux de la paléoanthropologie.

C'est en préparant les fondations du parc aquatique qu'a été exhumé, le 27 septembre dernier, le premier fragment fossile : un crâne pratiquement complet apparenté au genre HOMO, de l'espèce SAPIENS NEANDERTHAL. On l'a « baptisé » du nom d'ANDER.

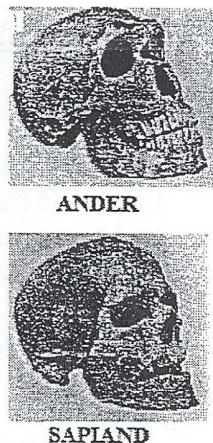
Les autorités ont suspendu les projets d'aménagement pour permettre l'étude de ce site. Depuis lors les équipes de fouille sont allées de surprise en surprise. On a exhumé le squelette d'ANDER mais aussi celui d'un autre fossile inattendu, SAPIAND : un HOMO de l'espèce SAPIENS SAPIENS.

On sait que ces deux espèces d'hominidés ont cohabité en Europe entre -60 000 ans et -30 000 ans mais la découverte de ces deux individus, dans un tel état de conservation, est exceptionnelle. De plus, les deux fossiles sont séparés d'à peine deux mètres de distance, mais il est possible que des glissements de terrain (ou les travaux d'aménagement) les aient par hasard rapprochés.

Les spécialistes s'interrogent : ces deux individus se sont-ils réellement rencontrés ?

Et la question prend la dimension d'une enquête policière puisque ANDER présente manifestement les signes crâniens d'une mort violente !

SAPIAND a-t-il massacré ANDER ? L'enquête n'en est qu'à ses débuts !



Agence de Presse, juin 2010

Il semble que SAPIAND et ANDER aient bien vécu au même endroit. Y étaient-ils en même temps ? Pour répondre à cette question, on utilise la méthode de datation au carbone 14.

I – Etude du carbone 14 :

Dans la nature le carbone existe sous forme de deux noyaux isotopes, $^{12}_6\text{C}$ et $^{14}_6\text{C}$.

Dans la haute atmosphère, un neutron formé par l'action de rayons cosmiques bombarde un noyau d'azote $^{14}_7\text{N}$ qui se transforme en carbone 14 avec émission d'une autre particule.

- 1- a- Ecrire l'équation de la réaction nucléaire correspondant à la formation de carbone 14 dans la haute atmosphère. Identifier la particule émise.
- b- S'agit-il d'une radioactivité ou d'une transmutation ?
- 2- Le carbone 14 est radioactif β^- .
 - a- Définir un noyau radioactif.
 - b- Ecrire l'équation de la désintégration β^- du carbone 14.
 - c- Préciser l'origine de la particule β^- .

II – Application à la datation :

Soient $N(t)$ le nombre de noyaux de carbone 14 présents dans l'échantillon à un instant de date t et N_0 le nombre de noyaux de carbone 14 présents dans l'échantillon à la date de la mort.

- 1- a- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution du nombre de noyaux $N(t)$ en fonction du temps.
b- Vérifier que $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ est une solution de cette équation différentielle. (λ désigne la constante radioactive du carbone 14).
- 2- a- Définir la demi-vie ou période radioactive T d'un radioélément.
b- Etablir la relation entre T et λ .
- 3- Les résultats de l'analyse des ossements d'ANDER et de SAPIAND par la méthode du carbone 14 sont consignés dans le tableau suivant :

Nature des échantillons sélectionnés	N / N_0
Ossements ANDER	$1,64 \cdot 10^{-2}$
Ossements SAPIAND	$1,87 \cdot 10^{-2}$

- a- Déterminer l'âge des ossements d'ANDER. Les données fournies par l'agence de presse sont-elles en accord avec ce résultat ?
- b- SAPIAND a-t-il massacré ANDER ? Justifier.

On donne : période radioactive du carbone 14 : $T = 5570$ ans.

Exercice 2 (6 points)

Une portion de circuit est formée d'une bobine d'inductance L et de résistance $r = 10 \Omega$, d'un condensateur de capacité C et d'un résistor de résistance R , montés en série. Un générateur basses fréquences (GBF) impose aux bornes de cette portion de circuit une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ de fréquence N réglable et d'amplitude $U_m = 12 \text{ V}$.

A l'aide d'un dispositif approprié, on suit en fonction de N , l'évolution de :

- l'intensité maximale I_m du courant traversant le circuit ;
- la charge maximale Q_m emmagasinée dans le condensateur.

Les courbes obtenues sont représentées sur la figure 1.

- 1- Justifier que la courbe \mathcal{C}_1 correspond à $I_m(N)$.
- 2- En exploitant les courbes de la figure 1, déterminer les valeurs de R , L et C .
- 3- Quel est l'effet d'une augmentation de la résistance du circuit sur l'allure de chacune des courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 ?
- 4- On prendra dans ce qui suit : $R = 390 \Omega$, $L = 0,6 \text{ H}$ et $C = 0,58 \mu\text{F}$.

Pour une valeur N_1 de N , la tension $u(t)$ est en avance de phase de $\frac{\pi}{4}$ rad par rapport à la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

- a- Préciser, en le justifiant, la nature du circuit (résistif, capacitif ou inductif).
- b- Déterminer la valeur de N_1 .
- c- Déterminer la valeur maximale U_{Cm} de la tension $u_C(t)$.

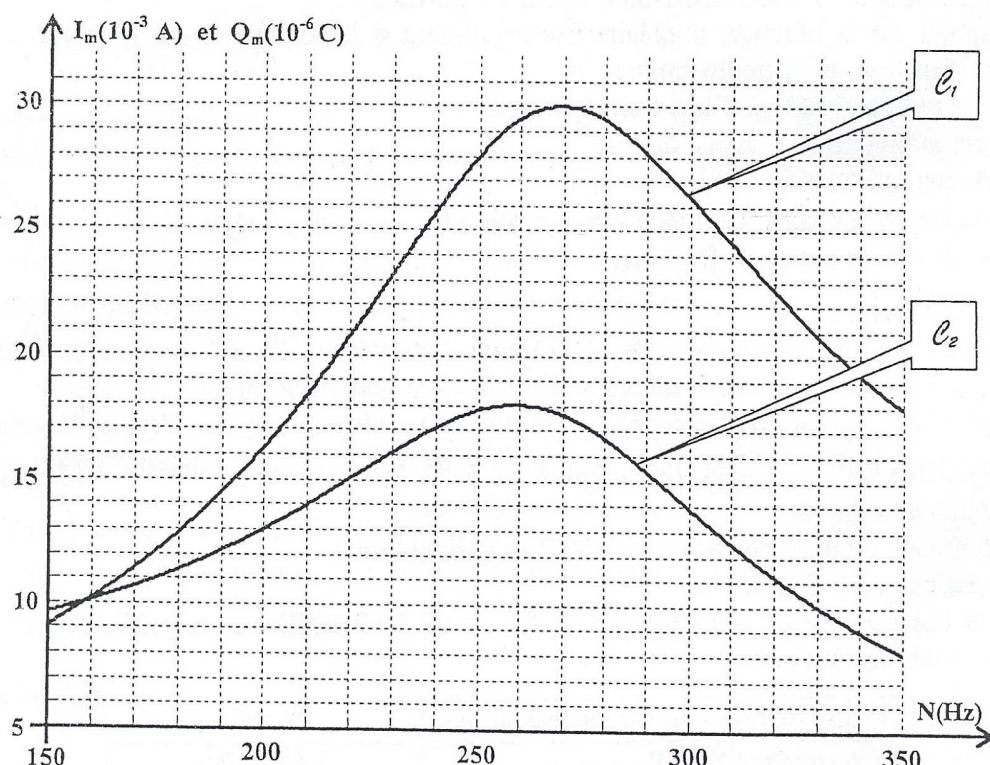


figure 1