

DEVOIR N°1 DU 2^{ème} SEMESTRE, EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES – Durée 3h

EXERCICE 1 : (05,00 pts)

1. Etablir la formule d'un anhydride d'acide saturé non cyclique en fonction du nombre n d'atomes de carbone. (0,5 pt)
2. Soit A un anhydride d'acide de masse molaire $M_A = 116 \text{ g/mol}$. Déterminer la formule brute de A puis écrire ses formules semi-développées possibles. (0,75 pt)
3. L'hydrolyse de A donne deux produits A_1 et A_2 par une méthode appropriée. Afin d'identifier A_1 et A_2 , on réalise les expériences ci-après : on fait réagir sur A_1 du pentachlorure de phosphore et on obtient un composé organique B de masse molaire $M_B = 78,5 \text{ g/mol}$ et de même chaîne carbonée que A_1 . On fait réagir sur A_2 une solution d'ammoniac et on chauffe ; on obtient un composé C.
- 3.1. Quels sont les fonctions chimiques, les formules semi-développées et noms des composés A_1, A_2, B et C ? (1 pt)
- 3.2. Ecrire les équations-bilans des réactions citées. (0,5 pt)
4. On fait agir B sur un composé D de formule $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$; on obtient un composé E.
- 4.1. Définir une amine. Ecrire l'équation-bilan de la réaction en supposant que D est en excès. Nommer D et E. (1 pt)
- 4.2. Quelle propriété du composé D est mise en évidence ? (0,25 pt)
- 4.3. D possède un isomère F qui ne réagit pas avec B. identifier F. (0,25 pt)
- 4.4. F réagit avec l'iodure de méthyle pour donner un composé G. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction et nommer G. Quelle est la propriété de F qui est mise en évidence ? (0,75 pt)

On donne les masses molaires en g/mol : $H = 1, C = 12, N = 14, O = 16$.

EXERCICE 2 : (05,00 pts)

On donne les masses molaires en g.mol^{-1} : $M(H) = 1$; $M(N) = 14$; $M(O) = 16$; $M(S) = 32$.

On se propose de faire l'étude de la cinétique de la réaction d'oxydation des ions iodure (I^-) par les ions peroxydisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$.

1. Calculer la masse de peroxydisulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ qu'il faut utiliser pour préparer 100 ml de solution (S) de concentration $10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$. (0,25 pt)
2. Déterminer le volume d'une solution d'iodure de potassium (K^+, I^-) de concentration 1 mol.l^{-1} qu'il faut prélever pour préparer 100 ml d'une solution (S') de concentration $0,2 \text{ mol.l}^{-1}$. (0,25 pt)
3. A l'instant $t = 0$, on réalise le mélange (M) de 100 ml de solution (S) et de 100 ml de solution (S').
- 3.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction lente qui se produit. On utilisera les couples rédox : $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ et I_2/I^- . (0,5 pt)
- 3.2. Le mélange réalisé est-il stœchiométrique ? Justifier votre réponse. (0,5 pt)
4. On prélève, à différents dates t , des volumes $V_1 = 10 \text{ ml}$ de ce mélange (M) que l'on refroidit immédiatement dans l'eau glacée.
- 4.1. Pourquoi prend-on la précaution de refroidir le prélèvement ? (0,25 pt)
- 4.2. Dans chacun des prélèvements, on dose le diiode (I_2) formé par une solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+, \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) de concentration $C_2 = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$, en présence d'empois d'amidon. La réaction rapide et totale du dosage est la suivante : $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$. Dans le tableau ci-dessous, on a regroupé les différentes valeurs V_2 du volume de solution de thiosulfate de sodium nécessaire au dosage des différents prélèvements. Etablir la relation donnant la concentration molaire volumique de diiode $[\text{I}_2]$ contenu dans chaque prélèvement de volume V_1 , en fonction de C_2, V_1 et V_2 . (0,25 pt)
- 4.3. Montrer qu'à l'instant t , la concentration en ions peroxydisulfate $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_t$ vaut $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_t = [\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_0 - [\text{I}_2]_t$ avec $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_0$ cette concentration à l'instant $t = 0\text{s}$. (0,5 pt)
- 4.4. Recopier et compléter le tableau ci-dessous. (1 pt)

t en min	0	4,5	8	16	20	25	30	36	44	54	69
V_2 en ml	0,00	1,60	2,40	4,00	4,80	5,60	6,56	6,90	7,76	8,56	9,20
$[\text{I}_2]$ en $10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$											
$[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$ en $10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$											

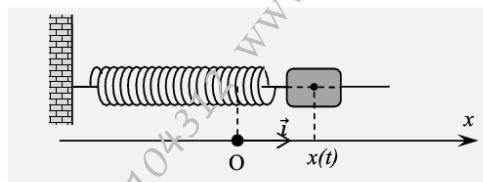
5. Tracer le graphe $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_t = f(t)$. Echelle : en abscisses : $1 \text{ cm} \rightarrow 4 \text{ min}$; en ordonnées : $2 \text{ cm} \rightarrow 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$. (1 pt)
On prendra pour origine des axes le point O de coordonnées 0 min et $45.10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$. O (0 min ; $45.10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$)
- 6.1. Calculer les vitesses de disparition des ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ aux dates $t_1 = 20 \text{ min}$ et $t_2 = 40 \text{ min}$. En déduire la vitesse de disparition des ions I^- à la date t_2 . (1,25 pt)
- 6.2. Comparer les vitesses de disparition des ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ aux dates t_1 et t_2 . (0,25 pt)

EXERCICE 3 : (05,5 pts)

- Un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, a une constante de raideur k . On suspend successivement à l'extrémité du ressort (vertical) un objet de masse $m_1 = 100\text{g}$, puis un autre de masse $m_2 = 50\text{g}$. Le ressort prend alors respectivement les longueurs $\ell_1 = 35\text{cm}$ puis $\ell_2 = 30\text{cm}$.
 - Calculer la valeur de la constante de raideur k du ressort et sa longueur à vide ℓ_0 . (1pt)
 - Pour vérifier la valeur de la constante de raideur k , un cosmonaute se pose sur la lune, en une région où le champ de pesanteur vaut $g_\ell = 1,65\text{ N/kg}$ et il accroche au ressort un solide de masse $m = 500\text{g}$. Le ressort s'allonge de $8,25\text{cm}$. Déterminer la valeur de la constante de raideur k et vérifier s'il y a accord avec celle calculée précédemment. (0,5 pt)
- Un solide S de masse $m = 0,1\text{ kg}$ est attaché à l'extrémité d'un ressort de raideur $k = 10\text{ N/m}$ dont l'autre extrémité est fixe, peut coulisser sans frottement le long d'une tige horizontale (Δ) (voir figure). On l'écarte d'une distance $a = 5\text{cm}$ par rapport à sa position d'équilibre stable, et on l'abandonne sans vitesse initiale à la date $t = 0$.
 - Faire le bilan des forces en présence lorsque le solide oscille et établir l'équation différentielle du mouvement. (1 pt)
 - Donner l'équation horaire du mouvement du solide S et la période du mouvement. (1 pt)

Ecarté de la même manière que précédemment, on lui communique une vitesse initiale $v_0 = 2\text{m/s}$ dirigée vers la position d'équilibre à la date $t = 0$.

 - Donner la nouvelle équation horaire du mouvement et calculer la période. (1 pt)
 - Cette période sera-t-elle la même sur la lune ou plus petite ? Justifier. (0,5 pt)
 - A quelle date et avec quelle énergie cinétique le solide S passe-t-il pour la première fois par sa position d'équilibre. (0,5 pt)



EXERCICE 4 : (04,5 pts)

Afin de déterminer si un patient a consommé de la codéine, de l'héroïne ou de la morphine, des échantillons moléculaires, prélevés sur ce patient, sont confiés pour analyse à un laboratoire spécialisé. Pour mesurer avec une très grande précision la masse des particules, le laboratoire utilise le spectrographe de masse constitué de deux dispositifs basés sur l'étude des mouvements de particules chargées soumises à des forces électriques et (ou) magnétiques, dans un vide très poussé. Dans tout l'exercice on négligera le poids des particules devant les autres forces qui interviennent. On considère le référentiel d'étude comme galiléen. Dans la chambre (I), les molécules X à analyser vont être ionisées par bombardement électronique et donner des ions X^+ de charge $q = +e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$. Dans la chambre (II), entre les plaques (P_1) et (P_2) planes et parallèles, on applique une tension accélératrice $|U_{P_1 P_2}| = U = 8000\text{V}$ permettant de donner aux ions X^+ une vitesse v .

- Représente sur le schéma, les sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ et du vecteur force électrique $\vec{F}_e$ pour que des ions positifs, sortant de la chambre d'ionisation en O_1 avec une vitesse nulle, aient, dans la chambre d'accélération, un mouvement rectiligne uniformément accéléré suivant la direction $O_1 O_2$. (0,5pt)
 - Déduis, en justifiant, le signe de la tension accélératrice $U_{P_1 P_2}$. (0,25pt)
 - En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'ion X^+ , détermine son énergie cinétique E_{c_2} lorsqu'il pénètre en O_2 dans la chambre de déviation. (0,5pt)
 - Justifie que la vitesse de passage de l'ion en O_2 a pour expression $V = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$. (0,25pt)
 - Enfin dans la chambre (III), il existe un champ magnétique de direction orthogonale au plan de la figure et de norme $\|\vec{B}\| = 1,8\text{ T}$. L'ion X^+ , animé de la vitesse $\vec{V}$ pénètre en O_2 dans cette zone suivant l'axe ($O_2 x$).
 - Rappelle l'expression de la valeur de la force de Lorentz $\vec{F}_m$ s'exerçant sur l'ion X^+ . (0,25pt)
 - Indique sur la figure, le sens du vecteur $\vec{F}_m$ au point O_2 pour que la déviation à partir de O_2 se fasse du côté positif de l'axe ($O_2 y$). Précise sur la figure le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$. (0,25pt $\times 2$)
 - Démontre que le mouvement de l'ion X^+ dans la chambre (III) est uniforme. (0,5pt)
 - Montre que l'ion X^+ décrit dans cette zone un arc de cercle de rayon $R = \frac{mV}{eB}$. (0,5pt)
 - Établis l'expression du rayon du cercle trajectoire en fonction de U , m , e et B . (0,5pt)
 - L'ion X^+ est recueilli au point A tel que : $O_2 A = 0,242\text{m}$. Détermine la masse m de l'ion X^+ et identifie la substance X. (0,75pt)
- Données : masse du proton : $m \approx 1,661 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$; Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$
 Masses molaires moléculaires en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: héroïne : 369 ; codéine : 299 ; morphine : 285.

