

DEVOIR N°2 DE SCIENCES PHYSIQUES

1^{ER} SEMESTRE : DUREE : 4H00MIN

EXERCICE 1 : (03 points)

Le développement de la chimie organique de synthèse, à la fin du XIX^e siècle, a conduit à des substances d'odeurs attrayantes qui ont eu une grande influence sur la parfumerie.

Les substances odorantes appartiennent à des familles très diverses de composés chimiques: alcools, aldéhydes, cétones ou esters.

Parmi ces derniers, on peut citer l'acétate de benzyle présent dans l'essence de jasmin et le salicylate de méthyle constituant principal de l'essence de Wintergreen extraite de certaines plantes.

1.1. Pour chaque famille de composés citée dans le texte écrire la formule du groupement fonctionnel puis donner un exemple de composé (formule semi-développée et nom) de la famille. (01 pt)

1.2. La formule semi-développée de l'acétate de benzyle est: $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5$

1.2.1. De quel acide et de quel alcool dérive l'acétate de benzyle? (0,25 pt)

1.2.2. Ecrire l'équation-bilan de la préparation de l'acétate de benzyle à partir de ces composés et préciser les caractéristiques de cette réaction. (0,25 pt)

1.3. Un laborantin prépare le salicylate de méthyle par réaction de l'acide salicylique (ou acide 2-hydroxybenzoïque $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$) avec le méthanol.

Pour ce faire, il introduit dans un ballon une masse de 13,7 g d'acide salicylique, un volume de 12 mL de méthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Il procède au chauffage pendant une heure. La réaction terminée, le mélange est refroidi puis séparé. Après séchage de la phase organique, une masse de 11,4 g de salicylate de méthyle est obtenue.

1.3.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction. (0,25 pt)

1.3.2. Déterminer le réactif limitant ou réactif en défaut. (0,50 pt)

1.3.3. Quel est le rôle de l'acide sulfurique? Et pourquoi chauffe-t-on? (0,25 pt)

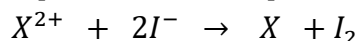
1.3.4. Calculer le rendement de cette préparation. (0,5 pt)

Données: $M(\text{acide salicylique}) = 138 \text{ g/mol}$; $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ g/mol}$

$M(\text{salicylate de méthyle}) = 152 \text{ g/mol}$; Masse volumique du méthanol : $\rho = 0,80 \text{ kg. L}^{-1}$.

EXERCICE 2 : (03 points)

On étudie l'évolution dans le temps de la transformation, en solution aqueuse, des ions iodure I^- en diiode I_2 par l'action d'un réactif approprié. La réaction peut être représentée par l'équation:



Cette réaction est lente mais totale.

Pour étudier la cinétique de la réaction on mélange les deux réactifs dans les proportions stœchiométriques à la date $t = 0\text{s}$. Un dispositif approprié permet de déterminer, au fur et à mesure, la concentration molaire volumique du diiode et de modéliser la loi de variation de cette concentration en fonction du temps.

2.1. Montrer que cette transformation correspond à une réaction d'oxydoréduction et préciser les couples oxydant-réducteur mis en jeu. (0,50 pt)

2.2. Pendant les 210 premières minutes, la concentration molaire volumique de diiode $[\text{I}_2] = C$ varie en fonction du temps suivant la loi : $C = 5 \cdot 10^{-3} (1 - e^{-\frac{t}{2}})$, avec C en mol.L^{-1} et t en heure.

2.2.1. Compléter le tableau suivant et tracer la courbe $C = f(t)$ dans l'intervalle considéré. (01 pt.)

t(min)	0	30	60	90	120	150	180	210
C(mol.L ⁻¹)								

2.2.2. Déterminer, à l'aide du graphe, la vitesse v de formation du diiode à la date $t = 100$ min. (0,50 pt)

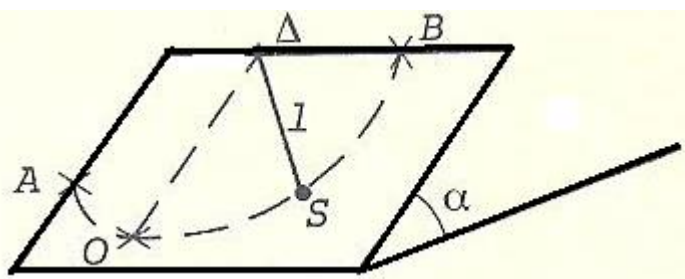
2.2.3. Etablir l'expression de la vitesse v de formation du diiode en fonction du temps dans l'intervalle $[0 ; 210$ min]. Quelle valeur de v à la date $t = 100$ min obtient-on par le calcul? (0,5pt)

2.3. Montrer, à partir de l'expression précédente, que la vitesse de formation du diiode est une fonction décroissante du temps durant cette expérience. Pourquoi en est-il ainsi? (0,50 pt)

EXERCICE 3 : (04,50 points)

Un solide S considéré comme ponctuel de masse $m = 0,690$ kg se déplace sur un plan incliné faisant un angle $\alpha = 15^\circ$ avec le plan horizontal. Ce solide est relié à un axe Δ , placé sur le rebord supérieur du plan incliné et normal à celui-ci, par un fil inextensible de masse négligeable de longueur $l = 0,5$ m. le plan incliné repose sur une table horizontale. (voir figure)

On prendra $g = 9,8$ N/kg



Le solide S est lancé du point A avec une vitesse initiale \vec{V}_A . Au cours du mouvement, le fil reste tendu.

3.1. Que peut-on dire du mouvement du solide ? (0,50 pt)

3.2. Dans les questions 3.2. et 3.3., on supposera les contacts solide-plan sans frottements. Lorsque le solide passe par sa position d'équilibre O , la vitesse \vec{V}_O de son centre d'inertie a pour valeur $V_O = 2$ m.s⁻¹

3.2.1. Donner les caractéristiques du vecteur accélération \vec{a}_O du solide S en O (01 pt)

3.2.2. Déterminer la tension du fil au même point O . (01 pt)

3.3. Le mobile remonte jusqu'au point B , bord supérieur du plan incliné. Quel est, en ce point, la vitesse du mobile ? (01 pt)

3.4. En fait, le solide subit des frottements et la vitesse en B n'atteint que $V_B = 1$ m.s⁻¹. Les frottements seront assimilés à une force unique \vec{f} , de valeur constante et opposée au vecteur vitesse. Calculer la valeur de \vec{f} (01 pt)

EXERCICE 4 : (05 points)

Les parties I et II sont indépendantes

Partie I

Un pendule conique élastique est constitué d'une bille d'acier ponctuel de masse m , suspendu par un ressort de constante de raideur k et de masse négligeable. A l'équilibre, le ressort reste allongé suivant la verticale AG_0 (Voir figure). On met alors la bille en mouvement de rotation uniforme avec une vitesse angulaire ω autour de l'axe vertical AG_0 .

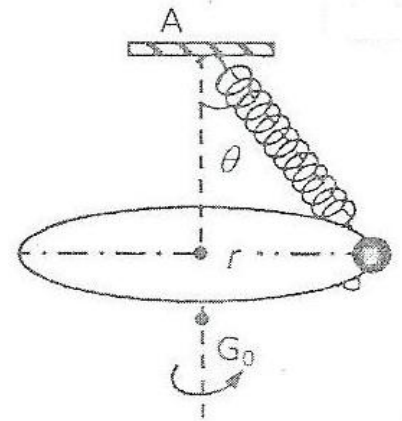
4.1.1. Exprimer la longueur l du ressort en fonction de k, m, ω et l_0 (longueur du ressort à vide). (0,50 pt)

4.1.2. Exprimer la tension T du ressort en G lorsque le ressort s'écarte d'un angle θ par rapport à la verticale. (0,50 pt)

4.1.3. Montrer que le ressort s'écarte de la verticale lorsque la vitesse angulaire ω est supérieure à une certaine valeur minimale ω_{min} que l'on exprimera. (0,75 pt)

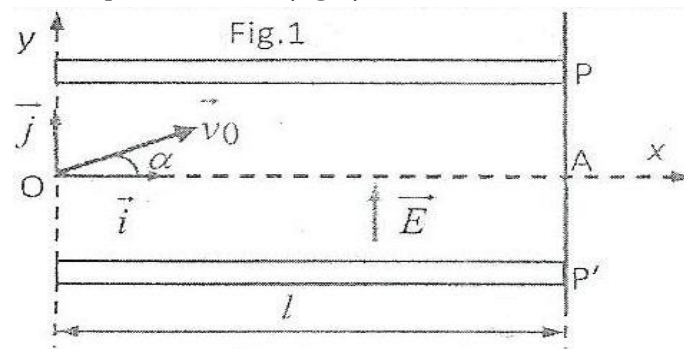
4.1.4. Calculer la longueur l du ressort, la tension T du ressort et l'accélération a du centre d'inertie G de la bille lorsque $\omega = 1,5 \omega_{min}$ (0,75 pt)

Données: $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $l_0 = 14 \text{ cm}$; $m = 100 \text{ g}$; $k = 50 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$;



Partie II

Un champ électrique \vec{E} est créé entre deux plaques horizontales P et P' de longueur l . On choisit un repère d'espace (O, \vec{i}, \vec{j}) dans le plan vertical (fig.1).



Un écran est placé en un point A, perpendiculairement à l'axe Ox à une distance $l = OA$. Lorsqu'un faisceau électronique frappe l'écran, on observe une tache lumineuse.

Un électron arrive en O avec la vitesse \vec{v}_0 , constante dans le plan (Ox, Oy) . La mesure α de l'angle (\vec{i}, \vec{v}_0) est comprise entre $-\frac{\pi}{2}$ et $\frac{\pi}{2}$

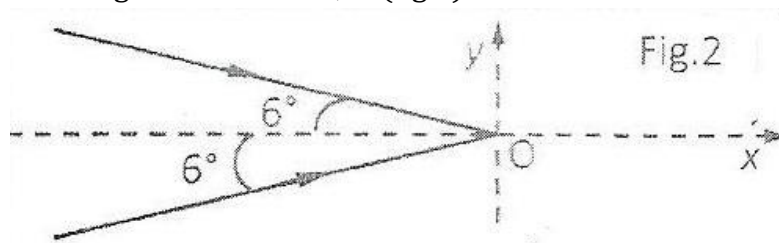
4.2.1. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire de cet électron sous forme littérale.

Quelle est la nature géométrique de cette trajectoire? (0,75 pt)

4.2.2. Exprimer littéralement la condition que doit vérifier α si l'on veut que l'électron arrive sur l'écran en A. L'écartement des plaques est suffisant pour que l'électron n'entre pas en collision avec l'une d'elles. (0,75 pt)

4.2.3. Déterminer la valeur minimale de α qui convient. (0,25 pt)

4.2.4. On envoie maintenant un faisceau d'électrons entièrement situé dans le plan (Ox, Oy) , convergent en O, de demi-angle au sommet $6,0^\circ$ (fig.2).



La vitesse des électrons est la même pour tous les électrons: $1,0 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. On ne tiendra pas compte des chocs entre électrons qui pourraient se produire en O. La trace observée sur l'écran est-elle ponctuelle? Sinon, quelle est sa longueur? (0,75 pt)

Données: $v_0 = 1,0 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;

masse de l'électron: $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $E = 790 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$; $l = 15,0 \text{ cm}$

EXERCICE 5 : (04,50 points)

Les parties I et II sont indépendantes

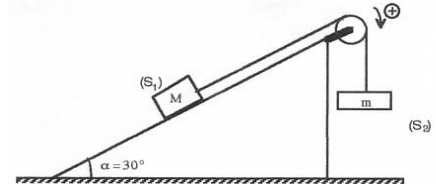
Partie I

On rappelle que le moment d'inertie d'un cylindre homogène de masse m_0 et de rayon R par rapport

à son axe de rotation (Δ) est $J_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot m_0 R^2$.

Considérons le système suivant constitué d'un treuil de masse m_0 , d'un solide (S_1) de masse M , d'un solide (S_2) de masse m et d'un câble inextensible et de masse négligeable entouré autour du treuil et portant à ses extrémités les solides (S_1) et (S_2).

On abandonne à l'instant initial le système sans vitesse initiale.



Le solide (S_1) se déplace alors sans frottement le long de la ligne de plus grande pente du plan incliné qui fait un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale.

Données: $M = 3 \text{ kg}$; $m = 2 \text{ kg}$; $m_0 = 1,25 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

5.1.1. Exprimer l'énergie cinétique du système constitué par les solides (S_1), (S_2), le treuil et le câble en fonction de la vitesse linéaire V des solides (S_1) et (S_2). (0,75 pt)

5.1.2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique que l'on énoncera, donner l'expression de la vitesse V en fonction de g , des différentes masses, de l'angle α et de h , hauteur de chute de (S_2). (0,75 pt)

5.1.3. En déduire, en fonction de g et des différentes masses, l'accélération a du système. Calculer sa valeur. (0,75 pt)

Partie II

Dans le système représenté ci-contre le moment d'inertie de la poulie à deux gorges vaut $J_{\Delta} = 0,17 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, les frottements sont négligeables et les fils sont inextensibles et de masses négligeables.

La charge A a une masse $m_1 = 3 \text{ kg}$ et la charge B une masse $m_2 = 2 \text{ kg}$. Les rayons r_1 et r_2 sont tels que $r_2 = 2 r_1 = 40 \text{ cm}$.

A la date $t = 0$, on abandonne le système sans vitesse initiale.

5.2.1. Calculer l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ de la poulie et en déduire les accélérations linéaires a_1 de A et a_2 de B. (01,25 pt)

5.2.2. Calculer les tensions T_1 et T_2 de chaque brin de fil sur A et B. (01 pt)

