Composition de Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1

Un monoalcool saturé A a une densité de vapeur d = 2,55. On verse un échantillon de cet alcool en excès dans un bécher contenant une solution acide de dichromate de potassium et on observe que le mélange réactionnel passe de la couleur orange à la couleur verte. Le composé B d'oxydation de A donne un test positif avec la D.N.P.H. ainsi qu'avec la liqueur de Fehling.

1.a) Quels sont les ions responsables de la couleur orange puis verte de ce mélange ?

b) Donner la fonction chimique du composé B obtenu.

c) Trouver la formule brute de A.

d) Quels sont la classe, le nom et la formule semi-développée de A sachant que sa molécule contient deux groupes méthyles.

e) Donner le nom et la formule semi-développée de B. Ecrire l'équation-bilan de sa réaction avec la liqueur de Fehling.

2. Lorsqu'on verse une solution acide de dichromate de potassium, en excès sur A, on obtient le composé C. L'action du pentachlorure de phosphore PCl_5 sur C donne le composé organique D. D agit sur une monoamine saturée et non cyclique comportant 31,1 % d'azote pour donner le produit F.

a) Quelles sont les formules semi-développées possibles de l'amine ?

b) L'amine utilisée est celle de la classe la plus élevée. L'identifier.

c) Trouver les formules semi-développées et noms des produits C, D et E.

• On donne les masses molaires exprimées en $g.mol^{-1}$: C : 12 ; H : 1 : N : 14.

Exercice n°2

On introduit dans un erlenmeyer, maintenu dans la glace, $n_1 = 0,2\,mol$ d'acide éthanoïque et $n_2 = 0,2\,mol$ de menthol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le mélange ainsi obtenu a un volume $V = 46\,mL$.

On répartit à volumes égaux le mélange dans des tubes à essais, qu'on scelle hermétiquement. On plonge simultanément les tubes dans un bain marie à la température θ et on déclenche le chronomètre. A intervalles de temps réguliers, on ressort un tube à essai du bain marie et on le place dans de l'eau glacée puis on dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$.

Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe d'évolution de la quantité de matière de l'acide éthanoïque restant dans l'erlenmeyer en fonction du temps : $n_r = f(t)$ .la droite (T) représente la tangente à la courbe à $t = 0$.(figure page 3/8) .

2-1-Quel est le rôle de l'acide sulfurique et de l'eau glacée dans cette réaction ?

2-2-Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'acide éthanoïque restant avec la solution d'hydroxyde de sodium.

2-3-Choisir la réponse juste parmi les propositions suivantes :

a- L'élévation de la température conduit à l'augmentation du rendement de la réaction d'estérification.

b-Sous une température donnée, la vitesse volumique de la réaction d'estérification diminue avec le temps.

c- La constante d'équilibre dépend de la composition initiale du mélange réactionnel.

d- L'estérification est une réaction rapide et totale.

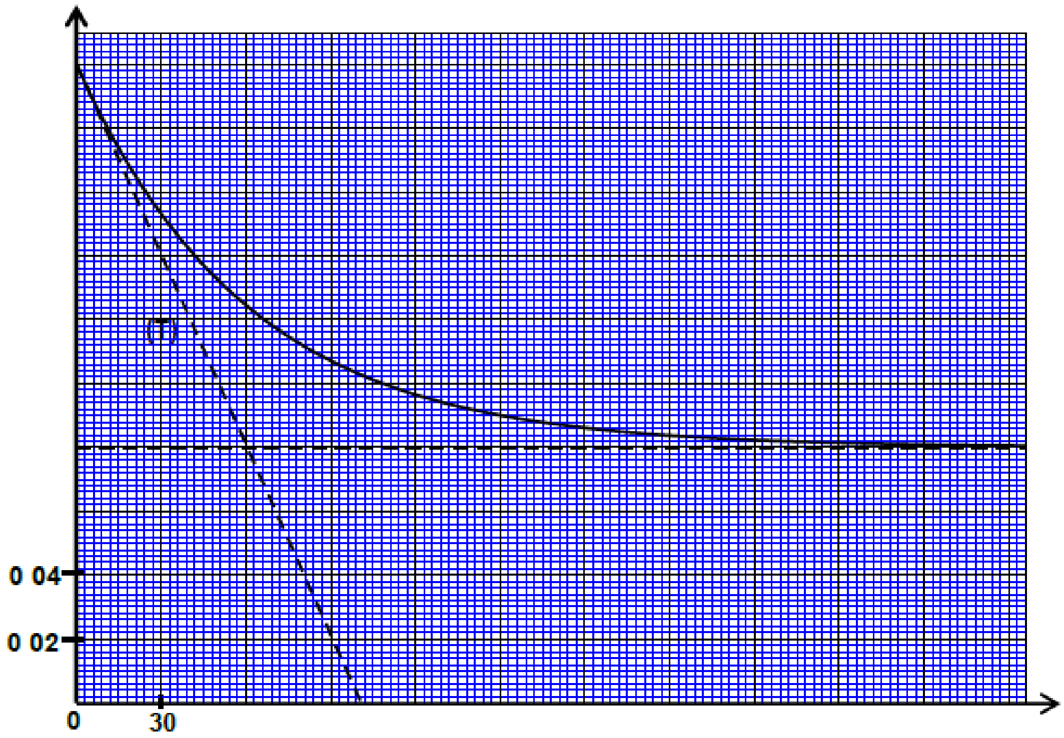
2-4- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction d'estérification (On symbolise le menthol par $R-OH$).

2-5 –Déterminer en $mol.L^{-1}.min^{-1}$ la valeur de la vitesse volumique de la réaction à l'instant t=0 .

2-6- Déterminer la valeur de $t_{1/2}$ le temps de demi- réaction.

2-7- Calculer le rendement de la réaction d'estérification.

2-8- On refait l'expérience précédente, dans les mêmes conditions expérimentales, en utilisant un mélange contenant $n_{ac} = 0,3\,mol$ d'acide éthanoïque et $n_{al} = 0,2\,mol$ de menthol.
Déterminer, à l'équilibre, les quantités de matière de l'ester formé et de l'acide éthanoïque restant dans le mélange.



Exercice n°3

3.1 Un solide supposé ponctuel, de masse m = 200 g, est lancé à partir d'un point O sur un plan incliné d'un angle α = 30° par rapport à l'horizontale avec une vitesse v_O = 2,5 m/s. Le solide glisse sans frottement le long de la ligne de plus grande pente du plan.

Ce plan incliné se raccorde en A à une piste circulaire (figure 1).

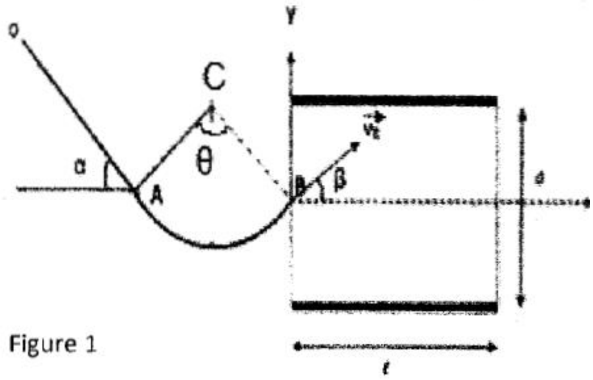


Figure 1

3.1.1. Etablir l'expression de l'accélération du solide entre O et A. En déduire la nature du mouvement du solide **(0,5 point)**

3.1.2. Etablir l'équation horaire du mouvement du solide sur le plan incliné. L'origine du temps t = 0 est prise au moment où le solide est en O. Le mouvement sera rapporté à un axe X'X d'origine O, dont le support est le segment OA, axe orienté dans le sens du mouvement. **(0,25 point)**

3.1.3. Déterminer la date d'arrivée du solide au point A et sa vitesse en ce point. **(0,5 point)**

3.1.4. La piste circulaire disposée dans le plan vertical contenant la droite OA, a un rayon r = 1 m et l''angle au centre vaut θ = 60°. La piste circulaire s'arrête au point B situé sur l'horizontale du point A.

Déterminer la valeur de la vitesse du solide en B. **(0,25 point)**

3.2. En réalité, les frottements ne sont pas négligeables sur la piste OAB. Ils sont équivalents à une force tangente à la trajectoire et opposée au mouvement, d'intensité constante $f = 0,3$ N.
Déterminer la vitesse du solide lors de son passage en A puis en B. **(0,5 point)**

3.3 Du fait des frottements sur la piste OAB, le solide s'électrise et acquiert une charge $q = -10^{-7}$C.
Le solide pénètre en B à l'intérieur d'un condensateur plan, avec un vecteur-vitesse de valeur $V_B = 2$ m/s faisant un angle $\beta = 10°$ avec l'horizontale. Le condensateur est constitué de deux plaques métalliques rectangulaires horizontales P et Q de longueur ℓ et distantes de d. Le solide ressort en B' comme l'indique la figure 1. Entre les plaques, on maintient une tension positive $U_{PQ} = U > 0$.

3.3.1. Représenter à un instant donné les forces qui s'exercent sur le solide dans l'espace compris entre les plaques. A l'intérieur du condensateur on considèrera que le mouvement se fait sans frottement et le poids du solide n'est pas négligeable. **(0,5 point)**

3.3.2. Etablir les équations horaires du mouvement du solide dans l'espace compris entre les plaques puis en déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire. **(0,5 point)**

3.3.3. Quelles conditions doit vérifier la tension U pour que le solide sorte du champ électrostatique au point B' situé sur l'axe (B,x). Calculer la valeur de la tension U. **(0,75 point)**

3.3.4. La tension U ayant la valeur calculée précédemment, calculer la hauteur maximale atteinte par le solide au-dessus de l'axe (B,x) à l'intérieur du condensateur. **(0,25 point)**

Données : $\ell = 20$ cm ; d = 10 cm ; L = OA = 1,5 m ; $g = 10\ m.s^{-2}$; $q = -10^{-7}$ C

Exercice n°4

On se propose , dans cette partie, d'étudier le mouvement du centre d'inertie G d'une bille, homogène de masse m, dans une éprouvette remplie d'un liquide visqueux.

On repère la position de G à tout instant par la coordonnée z de l'axe vertical $(O,\vec{k})$ dirigé vers le bas. L'origine de l'axe est confondue avec le point O_1 de la surface libre du liquide.

A l'instant de date t_0, prise comme origine des dates $(t_0 = 0)$, on lâche la bille sans vitesse initiale d'une position où G est confondu avec G_0 de coordonnée $z_0 = 3\,cm$. (figure ci-dessous).

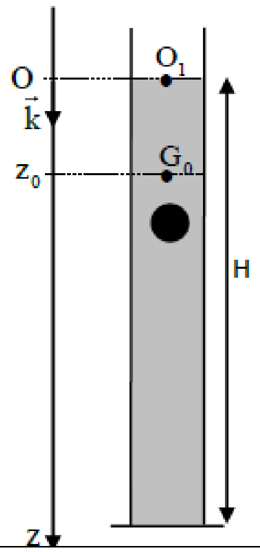
Au cours de sa chute dans le liquide, la bille est soumise, en plus de son poids, à :

-la force de frottement fluide : $\vec{f} = -\lambda.v\vec{k}$ où λ est le coefficient de frottement fluide et v la vitesse de G à un instant t ;

-la poussée d'Archimède: $\vec{F} = -\rho_\ell.V_S.\vec{g}$ où g est l'intensité de la pesanteur, V_S le volume de la bille et ρ_ℓ la masse volumique du liquide.

On prend : $g = 9,8\,m.s^{-2}$; $\dfrac{\lambda}{\rho_S.V_S} = 12,4$ S.I ; $\dfrac{\rho_\ell}{\rho_S} = 0,15$;

ρ_S est la masse volumique de la matière constituant la bille .



1- Montrer que l'équation différentielle régissant la vitesse de G s'écrit :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{\rho_S V_S} v = g\left(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S}\right).$$

2- Déterminer la valeur a_0 de l'accélération de G à l'instant $t_0 = 0$.

3- Trouver la valeur v_ℓ de la vitesse limite du mouvement de G .

5- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $v = v_\ell . \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$; déterminer la valeur de la date t_ℓ à laquelle la vitesse de G atteint 99 % de sa valeur limite.

6- Trouver la distance d parcourue par la bille pendant le régime transitoire, sachant que la hauteur H du liquide dans l'éprouvette est $H = 79,6\,cm$ et que la durée du mouvement de la bille dans le liquide à partir de G_0 jusqu'au fond de l'éprouvette est $\Delta t_f = 1,14\,s$. (on considère que le régime permanent est atteint à partir de t_ℓ et on néglige le rayon de la bille devant H).

Exercice n°5

Données :

- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67.10^{-11}$ (SI).
- Rayon de la terre : $r_t = 6350$ km.
- L'intensité du champ de pesanteur : $g_0 = 9,8\ m.s^{-2}$.
- La période T de la terre autour de son axe polaire : T = 84164 s.
- La hauteur h : h = 1000 km.
- $\vec{u}_{TS}$: vecteur unitaire dirigé de O vers (S)

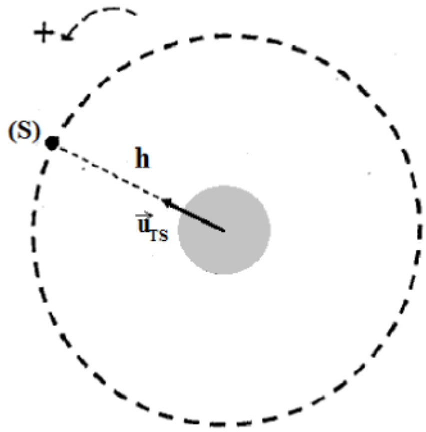


Figure 1

1. Recopier le schéma de la *figure 1* puis représenter, sur ce dessin, le vecteur vitesse $\vec{V}_S$ du satellite (S) ainsi que le vecteur force gravitationnelle exercée par la terre sur (S). (***0,5pt***)

2. Donner l'expression vectorielle de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la terre sur (S). (***0,25pt***)

3. Ecrire l'expression du vecteur accélération du mouvement de (S) dans la base de Frenet. (***0,5pt***)

4. En appliquant la deuxième loi de Newton sur le centre d'inertie du satellite (S) :

4.1. Montrer que le mouvement de (S) est circulaire uniforme. (***0,75pt***)

4.2. Ecrire l'expression de Vs en fonction de g_0, r_t, et h ; puis calculer sa valeur. (***0,75pt***)

5. Montrer que la masse de la terre vaut $M_t \approx 6.10^{24}$ kg. (***0,5pt***)

6. Montrer que le satellite (S) ne semble pas immobile pour un observateur terrestre. (***0,75pt***)

7. Un satellite (S') tourne autour de la terre avec une vitesse angulaire ω tel qu'il semble immobile pour un observateur terrestre et il transmet des images à la terre exploitées dans les prévisions météorologiques.

7.1. Démontrer la relation : $\omega^2 . (r_t + z)^3 = Cte$; telle que z est la distance séparant la surface de la terre et le satellite. (***0,75pt***)

7.2. Trouver la valeur de z. (***0,75pt***)