République du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Education nationale

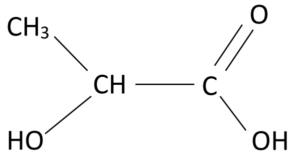
INSPECTION D'ACADEMIE DE PIKINE-GUEDIAWAYE

COMPOSITION DU PREMIER SEMESTRE DE SCIENCES PHYSIQUES

(Durée : 4heures)

EXERCICE 1 : ***(02,5 points)***

L'acide lactique est un acide carboxylique α-hydroxylé. De ses multiples propriétés on peut citer celle d'augmenter l'élasticité de la peau, de lisser les rides peu profondes, les imperfections de surface et de pigmentation. Sa formule semi développée est donnée ci-contre :



1.1. Entourer et nommer le(s) groupe(s) fonctionnel(s) présent(s) dans la molécule de l'acide lactique. ***(0,5 pt)***

1.2. On fait réagir l'acide lactique avec un alcool A, de formule brute $C_4H_{10}O$, en présence d'acide sulfurique. Il se forme uniquement un ester B et de l'eau. La molécule de l'alcool A a une chaîne carbonée ramifiée ; elle peut également subir une oxydation ménagée. Donner les formules semi développées de l'alcool A et l'ester B. ***(0,5 pt)***

1.3. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide lactique et l'alcool A. ***(0,25 pt)***

1.4. L'ester B peut réagir avec l'hydroxyde de sodium pour donner du lactate de sodium et l'alcool A. Ecrire l'équation bilan de cette réaction. ***(0,25 pt)***

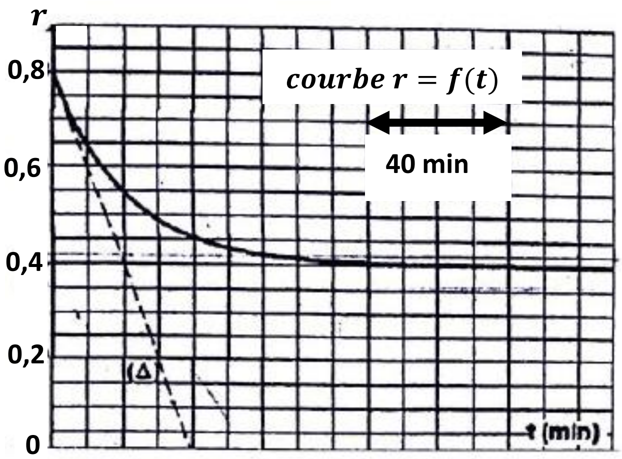
1.5. La déshydratation intermoléculaire de l'acide lactique conduit au lactide, molécule précurseur du polymère polylactique ou PLA, qui est un matériau biodégradable. Ecrire les équations des réactions de déshydratation de l'acide lactique dans les cas suivants :

1er cas : le produit de la déshydratation est un anhydride d'acide ; ***(0,5 pt)***

2ème cas : le produit de la déshydratation est un ester. ***(0,5 pt)***

EXERCICE 2 : ***(03,5 points)***

On étudie la cinétique de la réaction lente et totale d'équation : $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$.
Pour cela, on prépare à t = 0, des récipients portés une température constante contenant chacun :
-Un volume V_1 d'une solution de $(\boldsymbol{K^+ + I^-})$ de concentration C_1.
-Un volume $V_2 = 3V_1$ d'une solution de $(\boldsymbol{2K^+ + S_2O_8^{2-}})$ de concentration $C_2 = 10^{-2} mol.L^{-1}$.
Par une méthode appropriée, on détermine le rapport : $\boldsymbol{r = \frac{n(I^-)}{n_{total}}}$, avec :
-$\boldsymbol{n(I^-)}$: la quantité de matière de I^- à un instant t
-$\boldsymbol{n_{total}}$: la somme des quantités de matière de toutes les entités présentes dans chaque récipient à un instant t. On trace la courbe de variation de r en fonction du temps.

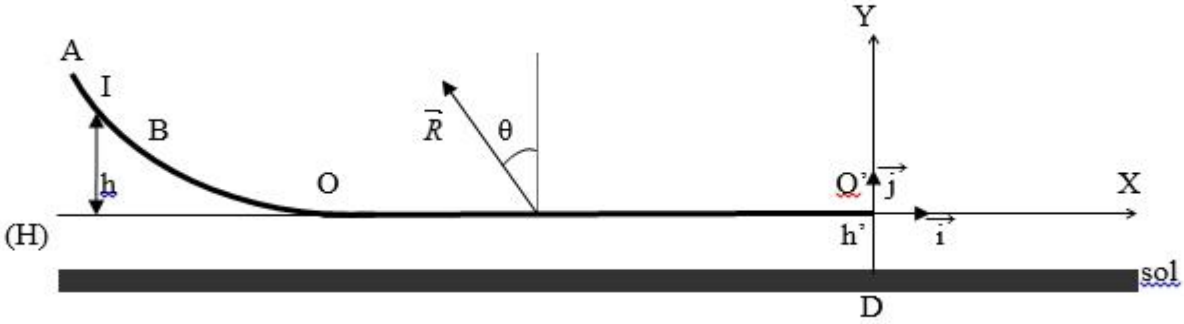


2.1.1. Calculer la concentration initiale des ions $S_2O_8^{2-}$ dans chaque récipient. ***(0,25 pt)***
2.1.2. Préciser le réactif limitant. Déduire la concentration finale de I_2. ***(0,50 pt)***
2.1.3. On admet que : $\boldsymbol{r = \frac{C_1 - 8y}{C_1 + 3C_2}}$, avec $y = [I_2]$. En déduire que $C_1 = 0{,}12\ mol.L^{-1}$. ***(0,25 pt)***

2.2.1. Définir la vitesse volumique de formation de I_2 et Montrer qu'elle s'écrit : $\boldsymbol{V_f(I_2) = -\frac{15C_2}{8} * \frac{dr}{dt}}$. ***(0,75 pt)***
2.2.2. Calculer cette vitesse à t = 0 min. Comment évolue cette vitesse au cours du temps ? Justifier cette évolution. ***(0,75 pt)***
2.3. A une date t', la moitié de la quantité initiale de $S_2O_8^{2-}$ a réagi.
2.3.1. Déterminer la composition du mélange, en mol.L^{-1}, dans chaque récipient à cette date. . ***(0,50 pt)***
2.3.2. Déterminer la valeur de t'. Quelle appellation donne-t-on à cette date ? ***(0,50 pt)***

<u>Exercice 3</u> : **(04 points)**

Un mobile M_1 de masse m_1 part sans vitesse initiale d'un point I situé à l'altitude h au-dessus d'un plan horizontal (H). Il glisse le long d'une piste ABOO' située sur un plan vertical se raccordant tangentiellement en O à (H).
Sur la piste ABO, le glissement s'effectue sans frottement. Sur le plan horizontal (H), l'existence de frottement fait que l'action $\vec{R}$ exercée sur M_1 est incliné d'un angle θ = 10° par rapport à la verticale.



<u>3.1</u>- Calculer la vitesse de M_1 lors de son passage au point O. **(0,5 point)**
<u>3.2</u>- Après son passage en O, M_1 poursuit son mouvement jusqu'au point O' (fin de piste).
<u>3.2.1</u>- Calculer l'intensité de $\vec{R}$ de la piste OO'. **(0,5 point)**
<u>3.2.2</u>- Etablir l'équation horaire du mouvement de M_1 entre O et O' en prenant comme origine des espaces le point O' et comme origine des dates à t = 0 quand le mobile se trouve en O. **(0,75 point)**
<u>3.2.3</u>- Calculer la date d'arrivée de M_1 en O' et la distance OO', sachant que la vitesse de M_1 en O' est v_1 = 2 m.s^{-1}. **(0,5 point)**
<u>3.3</u>- Arrivée en O', M_1 heurte un mobile M_2 de masse m_2 initialement immobile en O'. Le choc est parfaitement élastique c'est-à-dire qu'il y a conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie cinétique.
<u>3.3.1</u>- Donner les caractéristiques des vitesses $\vec{v}'_1$ et $\vec{v}'_2$ des deux mobiles après le choc. **(0,75 pt)**
<u>3.3.2</u>- Etablir les équations cartésiennes des trajectoires de M_1 et M_2 après le choc dans le repère (O', $\vec{i}$, $\vec{j}$). **(0,75 pt)**
<u>3.3.3</u>- Déterminer la distance qui sépare les points d'impact des mobiles M_1 et M_2 sur le sol. **(0,25 point)**
Données : g = 10 m.s^{-2} ; h = 0,8 m ; $m_1 = 2m_2$ = 25 g ; h' = O'D = 2 m

<u>EXERCICE 4:</u> **(05 points)**

Cet exercice décrit de façon simplifiée le principe d'une expérience célèbre, mettant en évidence la quantification de la charge électrique, c'est-à-dire le fait que toute charge libre s'exprime par le produit Z.e d'un entier relatif Z par la charge élémentaire e. Cette expérience a permis à son auteur, le physicien américain **R.A. Millikan** (1868-1953) d'obtenir vers 1913 une assez bonne détermination de la charge élémentaire.

<u>I°/- Etude théorique</u> :

A l'instant t = 0, une gouttelette d'huile sphérique, de rayon r et de masse m, tombe verticalement dans l'air sans vitesse initiale. L'atmosphère est supposée calme. La gouttelette est soumise à une force de frottement visqueux due à l'air. On admet que les actions de frottement exercées par l'air sont modélisables par une force unique $\vec{f} = -\alpha.r.\vec{V}$ où $\vec{V}$ désigne le vecteur vitesse de la gouttelette et α une constante positive. On ne tiendra pas compte dans tout l'exercice de la poussée d'Archimède.

<u>4.1.</u> En appliquant le théorème du centre d'inertie à l'instant de date t, montrer que la vitesse V de la gouttelette vérifie l'équation : $\frac{dV}{dt} + \frac{\alpha.r.V}{m} = g$. **(01 point)**

4.2. Le graphe de la **figure 3** ci-dessous représente la variation de la vitesse V de la gouttelette au cours du temps.

Figure 3

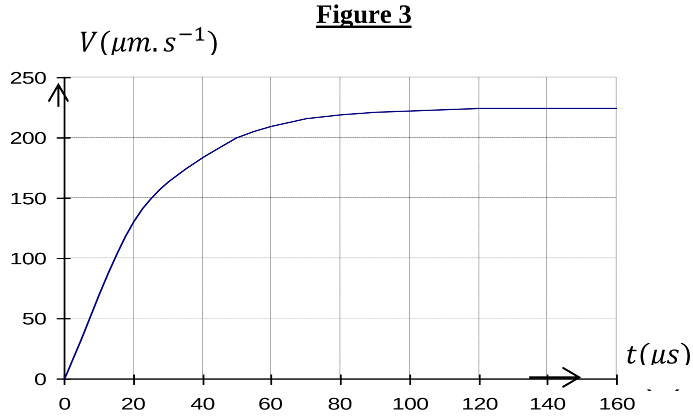
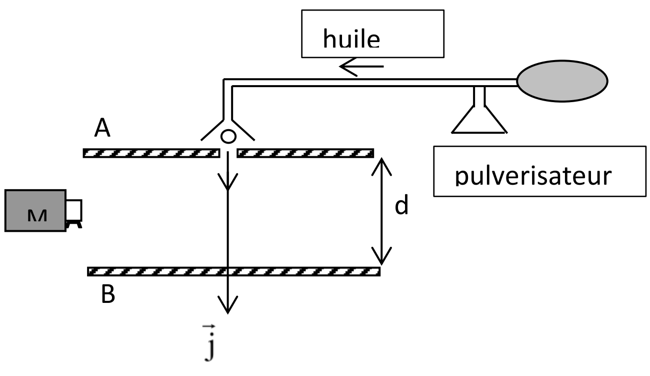


Figure 4



4.2.1. De l'observation de la courbe, déduire la nature du mouvement de la gouttelette pour **t < 120 µs** et pour **t >120 µs**. **(0,5 point)**

4.2.2. A partir de la courbe, déterminer la vitesse limite V_1 atteinte par la gouttelette. **(0,5 point)**

4.2.3. En utilisant la question **4.1,** exprimer cette vitesse limite V_1 en fonction de α, r, m et g. **(0,5 point)**

4.3. En déduire le rayon r de la bille ainsi que sa masse m. **(on donne** $m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$ avec **ρ** la masse volumique de l'huile). **(0,5 point)**

On donne : **$\rho = 896\ kg.m^{-3}$, $g = 9,81\ ms^{-2}$, $\alpha = 3,40.10^{-4}$SI, charge élémentaire $e = 1,6.10^{-19}$C.**

II°/- Etude expérimentale :

La **figure 4** ci-dessus représente un condensateur plan AB, dont les armatures sont distantes de **d**. L'armature supérieure est percée d'une très petite ouverture O. Ce condensateur peut être relié à un générateur de tension (non représenté) qui le charge sous une tension U_{AB} positive. A l'aide d'un pulvérisateur on introduit en O de fines gouttelettes d'huile. On admet que les gouttelettes ont le même rayon **r**, donc la même masse.

Lors de la pulvérisation, ces gouttelettes se chargent par frottement ; elles acquièrent des charges électriques négatives. Ainsi chargées, elles pénètrent en O avec une vitesse initiale négligeable. L'observation des gouttelettes au microscope M permet de mesurer leur déplacement pendant une certaine durée. La température est maintenue constante pendant l'expérience, pour éviter les variations du coefficient **α**. Avec le microscope M, on observe une gouttelette qui tombe verticalement à la ***vitesse constante*****.** Elle parcourt une distance **$\Delta l_1 = 2,25$ mm** pendant la durée **$\Delta t_1 = 10,0$ s**

4.4. Calculer numériquement la vitesse V_1 de la gouttelette. **(0,5 pt)**

4.5. On établit une tension **$U_{AB} = 600$ V** entre les armatures. La distance **d = 6,0 mm**

Préciser les caractéristiques du champ électrostatique $\vec{E}$ régnant à l'intérieur du condensateur. **(0,5 pt)**

4.6. On observe au microscope une gouttelette électrisée qui tombe verticalement avec la vitesse constante **V_2** ($V_2 = 1,27.10^{-4}$ m.s^{-1})

4.6.1**.** En appliquant le principe de l'inertie à la goutte, montrer que sa charge q est donnée par la relation :

$$q = \frac{\alpha . r (V_2 - V_1) . d}{U_{AB}}$$ **. (0,5 pt)**

4.6.2. Calculer numériquement **q**. Vérifier que ce résultat est en accord avec la quantification de la charge. **(0,5 pt)**

Exercice 5 : **(5 points)**

La Terre, de masse $M = 5,98.10^{24}$ kg et de rayon R = 6370 km a une répartition de masse à symétrie sphérique.

La constante gravitationnelle est $k = 6,67.10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2} et la durée du jour sidéral est $T_0 = 86164$ s.

5.1. Soit un point P situé à l'altitude z. Donner dans le repère $(O,\vec{u})$ l'expression du vecteur champ de gravitation $\vec{G}(z)$ crée en P par la Terre. **(0,5 pt)**

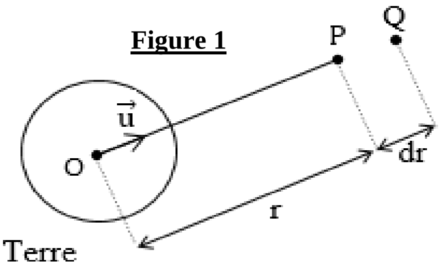


Figure 1

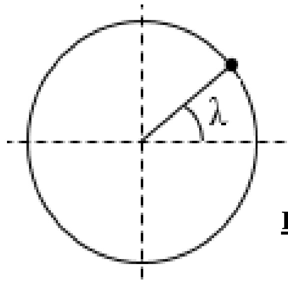


Figure 2

5.2.

5.2.1. Un solide ponctuel de masse m est initialement au point P. Il se déplace jusqu'au point Q situé à la distance r + dr du point O, dr est très petit par rapport à r.

Exprimer en fonction de K, M, m, r et dr le travail élémentaire dW effectué par la force de gravitation que la Terre exerce sur le solide de masse m. **(0,5 pt)**

5.2.2. En déduire l'expression du travail W de cette force gravitationnelle lorsque r varie de r_1 à r_2. **(0,5 pt)**

5.2.3. En utilisant la relation entre la variation d'énergie potentielle et le travail W de la force de gravitation, montrer qu'à l'altitude z, l'énergie potentielle de gravitation du système (Terre – solide) peut se mettre sous la forme : **(0,5 pt)**

$$E_p = -\frac{K.M.m}{R+z} \text{ si } E_p(\infty) = 0$$

5.3. Le solide de masse m est au repos sur la Terre en un point de latitude λ (**figure 2** ci-dessus)
Exprimer l'énergie mécanique E_0 du solide en fonction de K, M, m, R, λ et T_0. Calculer E_0.
On donne m = 800 kg ; g = 10 SI, λ = 30° **(0,5 pt)**

5.4. Le solide est maintenant satellisé à l'altitude z. Sa trajectoire dans le repère géocentrique est circulaire de rayon r = R + z.

5.4.1. Déterminer l'expression de la vitesse V du satellite dans le repère géocentrique en fonction de k, M et r. **(0,5 pt)**

5.4.2. Déterminer l'expression de son énergie mécanique E. **(0,5 pt)**

5.5. Montrer que l'énergie ΔE qu'il a fallu fournir au satellite précédent, initialement au repos sur la Terre peut se mettre sous la forme : **(0,5 pt)**

$$\Delta E = K.m.M\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2r}\right) - \frac{2\pi^2}{T_0^2} mR^2\cos^2\lambda$$

En déduire, du point de vue énergétique l'emplacement le plus favorable des bases de lancement. **(0,25 pt)**

5.6. Le satellite subit des frottements sur les hautes couches atmosphériques ; ces frottements équivalents à une force de freinage de module f = α.m.v^2 avec α une constante. Ce freinage est très faible, et on peut supposer que les révolutions restent presque circulaires et que pour chacune d'elle, le rayon de l'orbite r du satellite diminue de Δr avec Δr ≤ r.

Exprimer la variation de vitesse Δv en fonction de Δr et de la période T de révolution du satellite. En déduire l'expression de α en fonction de r et Δr. (**0,75 pt**)

BONNE CHANCE….