REPUBLIQUE DU SENEGAL
UN PEUPLE-UN BUT-UNE FOI
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE
INSPECTION D'ACADEMIE DE GRAND DAKAR
INSTITUTION SAINTE FATIMA
Passage ex-gare routière BP1213-Dakar Sénégal/Tél : 338218958
www.institution-sainte-fatima.sn

DEVOIR N°3 DE SCIENCES PHYSIQUES – CLASSE TS2 – DUREE : 04HEURES

EXERCICE 1 : (04 points).

Un chimiste réalise au laboratoire deux séries d'expériences. La première série aboutit à la formation du propanamide ; la deuxième série à la formation du N-méthyléthanamide.

1.1. Ecrire la formule semi-développée du propanamide. **(0,25 pt)**

1.2. Ecrire la formule semi-développée du N- méthyléthanamide. **(0,25 pt)**

1.3. Les deux composés organiques sont-ils isomères ? Justifiez la réponse. **(0,25 pt)**

1.4. Pour préparer du propanamide, on commence par additionner de l'eau sur le propène. Deux alcools sont obtenus. Ecrire la formule semi-développée et donner le nom de chaque alcool. **(0,5 pt)**

1.5. Les deux alcools sont séparés et chaque alcool réagit avec un excès d'une solution acidifiée de permanganate de potassium. Ecrire la formule semi-développée puis donner le nom et la famille de chaque composé organique obtenu. **(0,75 pt)**

1**.6.** Le propanamide peut être obtenu en faisant réagir l'un des produits obtenus à la question **1.5** avec l'ammoniac, et en chauffant ensuite le mélange réactionnel. Donner la formule et le nom du produit intermédiaire obtenu avant la formation de l'amide. **(0,5 pt)**

1.7. Le N-méthyléthanamide peut se préparer en deux étapes à partir d'acide éthanoïque.

1.7.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide éthanoïque avec le chlorure de thionyle. Donner le nom et la formule semi-développée du produit organique B obtenu. **(0,75 pt)**

1.7.2. Avec quel composé organique A doit-on faire réagir avec B pour obtenir le N-méthyléthanamide ? Donner le nom et la famille de A. Ecrire l'équation-bilan de la réaction correspondante. **(0,75 point)**

EXERCICE 2 : (04 points)

On donne les potentiels standards des deux couples redox suivants : H_2O_2/H_2O de potentiel standard $E_1^0 = 1,77\ V$ et O_2/H_2O_2 de potentiel standard $E_2^0 = 0,68\ V$.

2.1. Montrer que l'équation bilan de la réaction spontanée entre les deux couples s'écrit :

$$2H_2O_2 \quad \longrightarrow \quad 2H_2O\ +\ O_2$$ **(0,25 pt)**

2.2. On réalise en présence d'ions Fe^{3+} une telle décomposition. L'expérience est réalisée à température constante. On considère que le volume V de la solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène reste constant et que le volume molaire dans les conditions de l'expérience est $V_m = 24\ L.mol^{-1}$. On utilise V = 10 mL de solution de peroxyde d'hydrogène de concentration molaire volumique $C = 6.10^{-2}\ mol.L^{-1}$. On ajoute quelques gouttes du catalyseur et on note à divers instants le volume V_{O_2} du gaz dioxygène dégagé. Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

$t(\text{min})$	0	5	10	15	20	30
$V_{O_2}(formé\ en\ mL)$	0	1,56	2,74	3,65	4,42	5,56
$[H_2O_2]\ restant\ en\ mol/L$						

2.2.1. Quel est le rôle des ions Fe^{3+} ? **(0,25 pt)**

2.2.2. Montrer que la concentration volumique du peroxyde d'hydrogène restant en solution s'écrit sous la forme : $[H_2O_2] = C - \frac{2V_{O_2}}{V.V_m}$. **(0,75 pt)**

2.2.3. Tracer la courbe $[H_2O_2] = f(t)$. **Echelle :** $\begin{cases} \textbf{Abscisse}: & \mathbf{1\ cm} \rightarrow \mathbf{3\ min} \\ \textbf{Ordonnée}: & \mathbf{2\ cm} \rightarrow \mathbf{10^{-2}\ mol/L} \end{cases}$ **(0,75 pt)**

2.2.4. Déterminer la vitesse moyenne volumique de disparition de l'eau oxygénée entre $t_1 = 3\ min$ et $t_3 = 24\ min$. **(0,25 pt)**

2.2.5. Définir la vitesse volumique instantanée de disparition du peroxyde d'hydrogène et la calculer en aux dates $t_0 = 0\ min$ et $t_2 = 15\ min$. Comment évolue cette vitesse ? Justifier. **(1 pt)**

2.2.5. En déduire la vitesse volumique de formation de du dioxygène à $t_2 = 15\ min$**. (0,25 pt)**

2.2.6. Définir et déterminer le temps de démi-reaction. **(0,5 pt)**

EXERCICE 3 : (04 points)

***Données** : Masse volumique de l'acier : $\rho_{ac} = 7{,}8.10^3$ kg/m^3* ; **Masse volumique de l'air : $\rho_o = 1{,}3$ kg/m^3** ; ***Volume de la bille** $V_B = \frac{4}{3}\pi.r^3$* ; **Viscosité de l'air : $\eta(air) = 1{,}85.10^{-5}$ SI**

Rayon de la bille r = 1,5 mm ; Masse volumique de l'huile moteur : $\rho_h = 1{,}26.\ 10^3$ kg/m^3

Dans beaucoup de moteurs, pour diminuer l'usure des pièces mécaniques, on utilise des huiles dont l'une des caractéristiques fondamentales est la viscosité.

Dans ce qui suit, on se propose de déterminer la viscosité d'une « huile moteur ». Pour cela, on étudie la chute verticale d'une bille en acier d'abord dans l'air puis dans l'huile. Dans les deux cas, la bille est lâchée sans vitesse initiale à partir d'un point O du fluide pris comme origine de l'axe (OX) vertical et orienté vers le bas et l'instant de lâcher est pris comme origine des dates t = 0. Sur la bille s'exercent les forces suivantes :

- Son poids $\vec{P}$;
- La résistance $\vec{f}$ du fluide, qui est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse instantanée de la bille, d'intensité $f = 6.\pi.\eta.r.v$, expression où η est la viscosité du fluide supposée constante, la valeur de la vitesse instantanée de la bille et r son rayon ;
- La poussée d'Archimède $\vec{F}$ qui est une force verticale orientée vers le haut, d'intensité $F = \rho.V_B.g$ relation où ρ est la masse volumique du fluide, V_B le volume de la bille et g l'intensité de la pesanteur.

3.1. Etude du mouvement de la bille dans l'air.

3.1.1. Représenter les forces appliquées à la bille à une date $t > 0$. **(0,25 point)**

3.1.2. Calculer l'intensité de chacune de ces forces pour $v = 5\ m.s^{-1}$. En déduire qu'on peut négliger les intensités de $\vec{F}$ et $\vec{f}$ devant celle du poids. On donne ***g = 10 N/kg.*** **(0,75 pt)**

3.1.3. Préciser, en justifiant la réponse, la nature du mouvement de la bille dans l'air. **(0,25 pt)**

3.1.4. Etablir les équations horaires de la vitesse $v(t)$ et de l'abscisse $x(t)$ de la bille. **(0,25 pt)**

3.1.5. Calculer la vitesse acquit par la bille au bout d'un parcours de 50cm depuis le point O. **(0,25 pt)**

3.2. Etude du mouvement de la bille dans l'huile

3.2.1. Les intensités de $\vec{F}$ et $\vec{f}$ ne sont plus négligeables devant celle du poids. Par application du théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement de la bille peut s'écrire sous la forme : $\frac{dv}{dt} + \frac{1}{\tau}v = C$ où C et τ sont des constantes à déterminer. **(0,5 pt)**

3.2.2. Vérifier que C = 8,4 m/s^2. **(0,25 pt)**

3.2.3. Au bout d'un temps suffisamment long, l'accélération de la bille s'annule et la vitesse atteint une valeur limite appelée vitesse limite de module v_{lim}.

3.2.4. Décrire la nature du mouvement de la bille après que l'accélération s'annule puis exprimer la vitesse limite v_{lim} en fonction de τ et C. **(0,5 pt)**

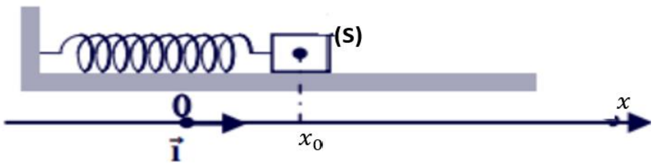
3.2.5. On trouve expérimentalement que $v_{lim} = 4{,}2\ cm/s$. En déduire la valeur de τ. **(0,25 pt)**

3.2.6. Déterminer la valeur de la viscosité η de « l'huile-moteur ». **(0,25 pt)**

3.2.7. La solution générale de l'équation différentielle est de la forme $v(t) = v_{lim}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. A quelle date t, la vitesse de la bille a atteint les 99% de sa valeur limite. **(0,5 pt)**

EXERCICE 4 :

Un pendule élastique horizontal est formé par un ressort de raideur $k = 40\ N.m^{-1}$ et un solide de masse m.



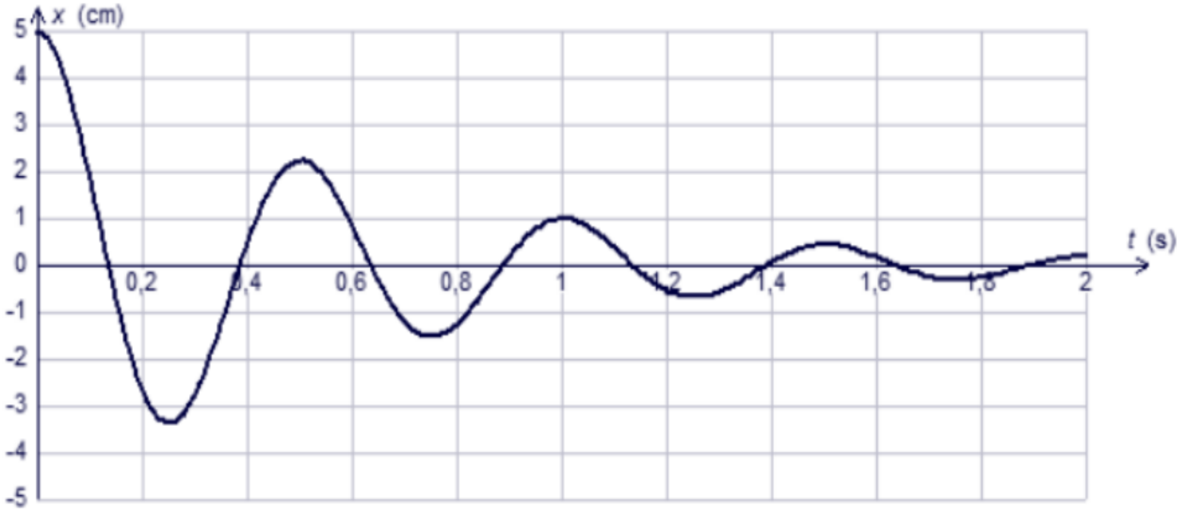
4.1. Les frottements sont supposés nuls.

A l'instant t = 0 le centre d'inertie G du solide est lancé à partir de la position $x_0 = 2{,}5\ cm$ avec une vitesse initiale positive de $54{,}8\ cm.s^{-1}$.

4.1.1. Etablir l'équation différentielle des oscillations du solide, en représentant les forces qui lui sont appliquées.

4.1.2. La solution de cette équation différentielle a pour expression $x = X_m \sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$ où X_m et φ sont des constantes et T_0 la période propre de l'oscillateur.

4.1.2.1. Déterminer l'expression de T_0 en fonction de m et k. En déduire l'expression de la fréquence N_0.
4.1.2.2. La durée de 20 oscillations est $\Delta t = 10s$. Montrer que la masse du solide vaut m = 250g.
4.1.2.3. A partir des conditions initiales déterminer X_m et φ puis en écrire l'expression numérique de l'élongation x en fonction du temps.
4.1.3. Calculer la valeur de l'énergie mécanique totale de l'oscillateur à l'instant du lancement.
4.1.4. Déduire la vitesse de passage du solide par la position d'équilibre.
4.2. Les frottements sont maintenant équivalents à la force $\vec{f} = -h\vec{v}$.
4.2.1. La figure ci-dessous donne l'enregistrement du mouvement du centre d'inertie G du solide.



4.2.1.1. Que représente h et $\vec{v}$?
4.2.1.2. Quelle est la nature du mouvement du centre d'inertie ? Justifier.
4.2.1.3. Qu'appelle-t-on le régime d'oscillation du pendule.
4.2.1.4. Déterminer la pseudopériode T.
4.2.2. L'équation différentielle régissant le mouvement du solide est :

$$\boldsymbol{\frac{d^2x}{dt^2} + 3,2.\frac{dx}{dt} + 160.x = 0}$$

4.2.2.1. Déduire la valeur de la pulsation propre et celle du coefficient de frottement h.
4.2.2.2. E est l'énergie mécanique du système S = {solide +ressort}. Montrer que : $\frac{dE}{dt} = -hv^2$ puis conclure.
4.2.2.3. Calculer la variation de l'énergie mécanique de S entre les instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 2T$.

EXERCICE 5 : (04 points)

On donne : Masse de la Terre : $M_T = 5,97.10^{24}\ kg$; Rayon de la Terre : $R_T = 6400\ km$. Masse du satellite : $m = 650\ kg$; Constante de gravitation : $G = 6,67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$; Période de rotation de la Terre autour d'elle-même $T_T = 23h56mn04\ s$.

Le premier satellite artificiel **Spoutnik I** fut lancé par **l'URSS en 1957**. Depuis cette époque, plus de 5000 satellites artificiels ont été mis en orbite.

SPOT est un satellite artificiel de télédétection. Il évolue à l'altitude h = 840 Km sur une trajectoire circulaire contenue dans un plan passant par l'axe des pôles de la Terre. Un tel satellite est appelé satellite à défilement. L'étude sera effectuée dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen. On notera r la distance OS entre le centre de la Terre O et la position du satellite S et on introduira le vecteur unitaire $\vec{u}$ qui a pour origine O et dirigé S.

5.1. Faire un schéma où seront représentés les vecteurs : la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la Terre sur le satellite, le champ gravitationnel que la Terre crée en S et le vecteur unitaire $\vec{u}$. **(0,5pt)**

5.2. Enoncer la loi de la gravitation universelle puis donner l'expression du vecteur force gravitationnelle $\vec{F}$ qu'exerce la Terre sur le satellite en fonction de la universelle G, M_T, m, r et du vecteur unitaire $\vec{u}$. **(0,5pt)**

5.3. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme puis exprimer sa vitesse V en fonction de G, M_T, R_T et h. **(0,5pt)**

<u>5.4.</u> Etablir l'expression de la période T_S de révolution du satellite SPOT en fonction de G, M_T, R_T et h puis calculer sa valeur. **(0,5pt)**
<u>5.5.</u> Déterminer la période T_e de SPOT par rapport à un observateur terrestre si on suppose que le satellite tourne d'Ouest vers l'Est. **(0,25pt)**
<u>5.6.</u> Dans le champ de gravitation terrestre l'énergie potentielle du satellite est donnée par la relation : $E_P = -\frac{GM_T m}{r}$ où $r = R_T + h$.
<u>5.6.1.</u> Exprimer l'énergie mécanique du satellite en fonction de G, M_T, R_T et h puis la comparer à son énergie cinétique E_C et à E_P. **(0,75pt)**
<u>5.6.2.</u> Calculer l'énergie mécanique du satellite à l'altitude h. **(0,25pt)**
<u>5.7.</u> On fournit au satellite un supplément d'énergie $\Delta E = 5.10^8 J$, il prend alors une nouvelle orbite circulaire. En utilisant les résultats de la question **5.6.1**, déterminer sa nouvelle énergie cinétique E_C' . **(0,25pt)**
<u>5.8.</u> On cherche dans cette partie de l'exercice à déterminer l'altitude h à laquelle devrait se trouver le satellite SPOT pour être géostationnaire.
<u>5.8.1.</u> Quelle condition doit-on avoir sur les périodes T_S et T_T pour que SPOT soit géostationnaire ? **(0,25pt)**
<u>5.8.2.</u> Calculer dans ce cas la valeur de h. **(0,25pt)**

………………………………….. ..FIN DE L'EPREUVE ……………………………………