Devoir surveillé de sciences physiques – DUREE: 4 HEURES

Exercice 1: 3 points

L'analyse élémentaire d'un monoester E CxHyOz (x, y et z sont des entiers naturels) a donné les pourcentages en masse suivant : %C = 73,2 % ; %H = 7,3%.

1- Déterminer la masse molaire de l'ester E et en déduire sa formule brute.

2- L'hydrolyse de l'ester E donne un alcool saturé A. Cet alcool contient en masse 60% de carbone.

2.1- Déterminer la formule brute de A puis écrire ses formules semi-développées possibles et les nommer. En déduire les formules semi-développées possibles de E et les nommer sachant que E dérive d'un acide aromatique B.

2.2- l'oxydation ménagée de l'alcool A par le dichromate de potassium $Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide donne un composé C. Le composé C réagit avec la 2,4- D.N.P.H mais reste sans action sur la liqueur de Fehling.

2.2.1- Quelle est la nature de C ? Que peut-on dire de la classe de A ? En déduire les formules semi-développées de A, C et E.

2.2.2- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'oxydation de A par le dichromate, sachant que les couples mis en jeu sont $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ et C/A.

Exercice n°2 : 3 points

On ajoute à la date t = 0 une solution d'iodure de potassium dans une solution d'eau oxygénée. Les ions iodure réagissent sur l'eau oxygénée en milieu acide : $H_2O_2 + I^- + H_3O^+ \rightarrow I_2 + H_2O$.
Des mesures expérimentales permettent de déterminer la concentration molaire de l'eau oxygénée au cours du temps

t(s)	0	45	150	228	295	393	515	690	980
C(mmol/L)	10	9	7	8	5	4	3	2	1
$\frac{C}{C_0}$									
$\ln\frac{C}{C_0}$									

1- Ecrire les équations relatives aux couples rédox mis en jeu. Equilibrer l'équation précédente.

2- A partir de la courbe C = f(t) représentée en annexe déterminer à la date t = 0 la vitesse de disparition de l'eau oxygénée.

3- On admet que la concentration C de l'eau oxygénée varie avec le temps t suivant une relation exponentielle de la forme $C = C_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$.

3.1- Compléter le tableau de valeur en calculant le rapport $\frac{C}{C_0}$ et $\ln\frac{C}{C_0}$. C_0 est la concentration molaire de l'eau oxygénée à la date t = 0 ; ln est le logarithme népérien. Tracer la courbe $\ln\frac{C}{C_0} = f(t)$.

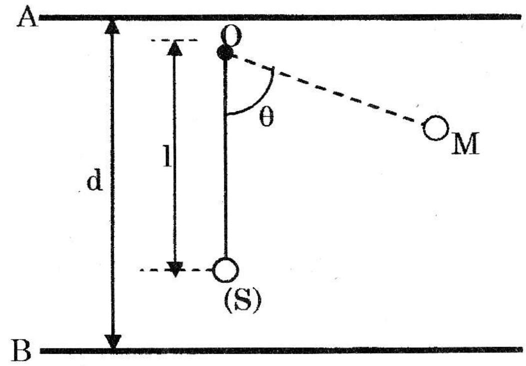
3.2- Déterminer à partir de la courbe obtenue la valeur de τ.

3.3- Calculer la dérivée par rapport au temps de C pour t = 0. En déduire la valeur de la vitesse de disparition de l'eau oxygénée à la date t = 0. Comparer la valeur ainsi obtenue à la valeur trouvée plus haut.

Exercice n°3 : 5 points

N.B : Dans tout l'exercice on négligera les forces de frottements et on pendra $g = 9,8\ m.s^{-2}$.
Une sphère conductrice S, assimilable à un point matériel, de masse m = 2,0 g et portant une charge $q = 0,2.10^{-6}$ C, est suspendue en un point fixe O, par l'intermédiaire d'un fil isolant, inextensible, de masse négligeable et de longueur l = 10 cm.

Ce pendule ainsi constitué (voir figure) est placé entre deux armatures métallique A et B, planes et horizontales, de grandes dimensions, distantes entres elles de d = 20 cm.



Le point de suspension O est situé à 5 cm en dessous de l'armature supérieure A.

3.1-La tension entre les plaques étant nulle. La sphère est écartée de sa position d'équilibre stable, d'un angle de 8°, puis abandonnée sans vitesse initiale.

3.1.1- Etablir l'équation différentielle du mouvement liant θ, $\ddot{\theta}$, l et g.

3.1.2- Ecrire l'équation horaire du mouvement.

3.1.3- Calculer la fréquence propre des oscillations.

3.2- On applique maintenant entre les deux armatures, une différence de potentiel $U = V_A - V_B = 200$ V, créant ainsi entre A et B, un champ électrique uniforme $\vec{E}$. La sphère est écartée de sa position d'équilibre stable, d'un angle de 90°, et abandonnée sans vitesse initiale.

3.2.1- Exprimer la vitesse V_M de la sphère S au point M en fonction de m, g, l, q, U et θ, d

3.2.2- En déduire la vitesse de S lorsqu'elle repasse à la position d'équilibre stable.

3.2.3- Déterminer l'intensité de la tension du fil au passage à la verticale.

3.3- Le fil isolant, casse au passage à la verticale. Dans un repère que l'on précisera.

3.3.1- Etablir les équations horaires du mouvement de la sphère S après la rupture du fil isolant.

3.3.2- En déduire l'équation de la trajectoire de la sphère S après la rupture du fil isolant. Donner la nature de cette trajectoire.

3.3.3- Quelle est la durée du mouvement, jusqu'au moment où S touche l'armature B ?

3.3.4- Déterminer les coordonnées de I point d'impact de la sphère S au niveau de l'armature inférieure B dans le repère choisi.

Exercice n°4 : 4 points

A- Données :

Masse du Soleil : $M_S = 2{,}0.10^{30}$ *kg ; Masse de la Terre :* $M_T = 6{,}0.10^{24}$ *kg*

Distance moyenne Terre – Soleil : $r = 1{,}5.10^{11}$ *m ; rayon de la Terre :* $R_T = 6400$ *km.*

1- Enoncé la loi de Newton.

2- Donner l'expression vectorielle de la force exercée par le Soleil sur la Terre. Calculer son intensité.

3- Un satellite artificiel est en orbite circulaire autour de la Terre à l'altitude z = 550 km.

3.1- Montrer que le mouvement du satellite est uniforme ;

3.2- En déduire l'expression de la vitesse et de la période de ce satellite. Calculer leurs valeurs.

B- *"Depuis plus d'un mois, la sonde Mars Pathfinder et son robot Sojourner envoient quotidiennement vers la Terre les dernières nouvelles de Mars. Pour la Nasa, le succès de cette mission avant tout technologique est total. Reste maintenant à dépouiller les données scientifiques collectées par les chercheurs et surtout à interpréter les images du splendide panorama d'Ares Vallis que Mars Pathfinder nous a offertes". Extrait de la revue Ciel et Espace.*

Données :

Masse de Mars : $M_M = 6{,}5.10^{23}$ *kg ; rayon de Mars :* $R_M = 3400$ *km ;*

Période de révolution de Mars autour du soleil : $T_M = 687$ *jours terrestres ;*

Constante d'interaction gravitationnelle : $G = 6{,}67.10^{-11}$ *S.I.*

On observe que la planète Mars décrit autour du Soleil une orbite circulaire de rayon r d'un mouvement uniforme à la vitesse v. On admet que la planète Mars et le soleil ont une répartition de masse à symétrie sphérique. On note T_M la période de révolution de la planète Mars autour du Soleil.

1.a- Préciser par rapport à quel référentiel le mouvement de Mars est ainsi décrit.

b- Exprimer la norme du vecteur accélération $\vec{a}$ de Mars en fonction de v et de r, puis de r et T_M.

c- Exprimer la valeur de la force F que le Soleil exerce sur Mars en fonction de r, M_S et M_M.

d- En appliquant la relation fondamentale à la planète Mars établir la 3[e] loi de Kepler.

e- Déduire des relations ci-dessus et des données, les valeurs numériques de r, F, v et a.

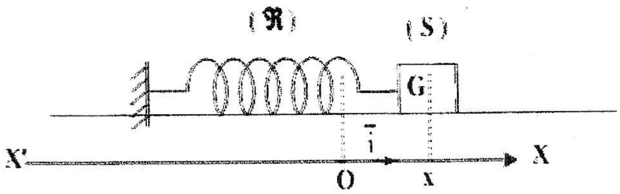
2. La planète Mars possède un satellite naturel nommé Phobos qui est en mouvement circulaire uniforme à une altitude h = 6000 km au dessus de la planète. En appliquant la troisième loi de Kepler à Phobos en orbite autour de la planète Mars, calculer la valeur de la période de révolution de Phobos autour de la planète. On exprimera ce résultat en secondes, puis en minutes et en heures.

3. La sonde Pathfinder a mesuré à la surface de Mars un champ de gravitation de valeur moyenne 3,8 $N.kg^{-1}$.

a- Montrer que cette valeur numérique est celle que prévoit la loi de gravitation universelle.

b- Sur terre, la valeur du champ de gravitation est 9,8 $N.kg^{-1}$. Indiquer si la période d'un pendule simple prend une valeur différente sur différente sur Mars. Justifier.

Dans l'affirmative, si la valeur est $T_0 =$ 1s sur Terre, calculer la période sur Mars.



Exercice n°5 : 5 points

Un pendule élastique est formé d'un solide (S) de masse m relié à l'extrémité libre d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur K = 16 Nm^{-1}. L'autre extrémité du ressort est attachée à un support fixe, l'ensemble est placé sur un plan horizontal.

On écarte le solide de sa position d'équilibre O, origine du repère (O, i) de 4 cm vers la droite puis on l'abandonne a lui-même sans vitesse initiale.

La position du mobile à un instant t est donnée par son abscisse x. (voir figure).

1) Dans un premier temps on suppose que le mouvement sans frottement.
   1.1) Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'élongation x du solide.
   1.2) Donner l'équation horaire du mouvement.
   1.3) Préciser la nature des oscillations.
2) Au cours du mouvement le solide (S) est soumis a une force de frottement de type visqueux :
$\vec{f} = -h.\vec{v}$ où $\vec{v}$ est la vitesse du solide (S) et **h** coefficient de frottements.
   2.1) Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'élongation x du solide.
   2.2) Ecrire l'équation caractéristique de cette équation différentielle. Exprimer son discriminant Δ en fonction de h, m et k.
   2.3) Lorsque le discriminant est négatif l'équation admet une solution de la forme $x = A\exp(-\frac{h}{2m}t)\cos(wt + \varphi)$, le régime est oscillatoire amorti de pseudo-pulsation w. A et φ sont des constantes (on aura pas à les déterminer) :
   - Montrer que dans ces conditions le coefficient de frottement h est inférieure à une valeur limite hc dont on donnera l'expression.
   - Vérifier que la pseudo-pulsation est donnée par $w = \left[\frac{k}{m} - (\frac{h}{2m})^2\right]^{1/2}$

- Quel régime particulier obtient-on pour $h = 0$?

3) Un dispositif de mesure approprié a permis d'obtenir les résultats du tableau suivant pour une valeur de $h = 0{,}2\ kg.s^{-1}$:

t(s)	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1
x(cm)	4	0	-3,1	0	2,42	0	-1,86	0	1.47
v(m.s^{-1})	0	-	0	-	0	-	0	-	0

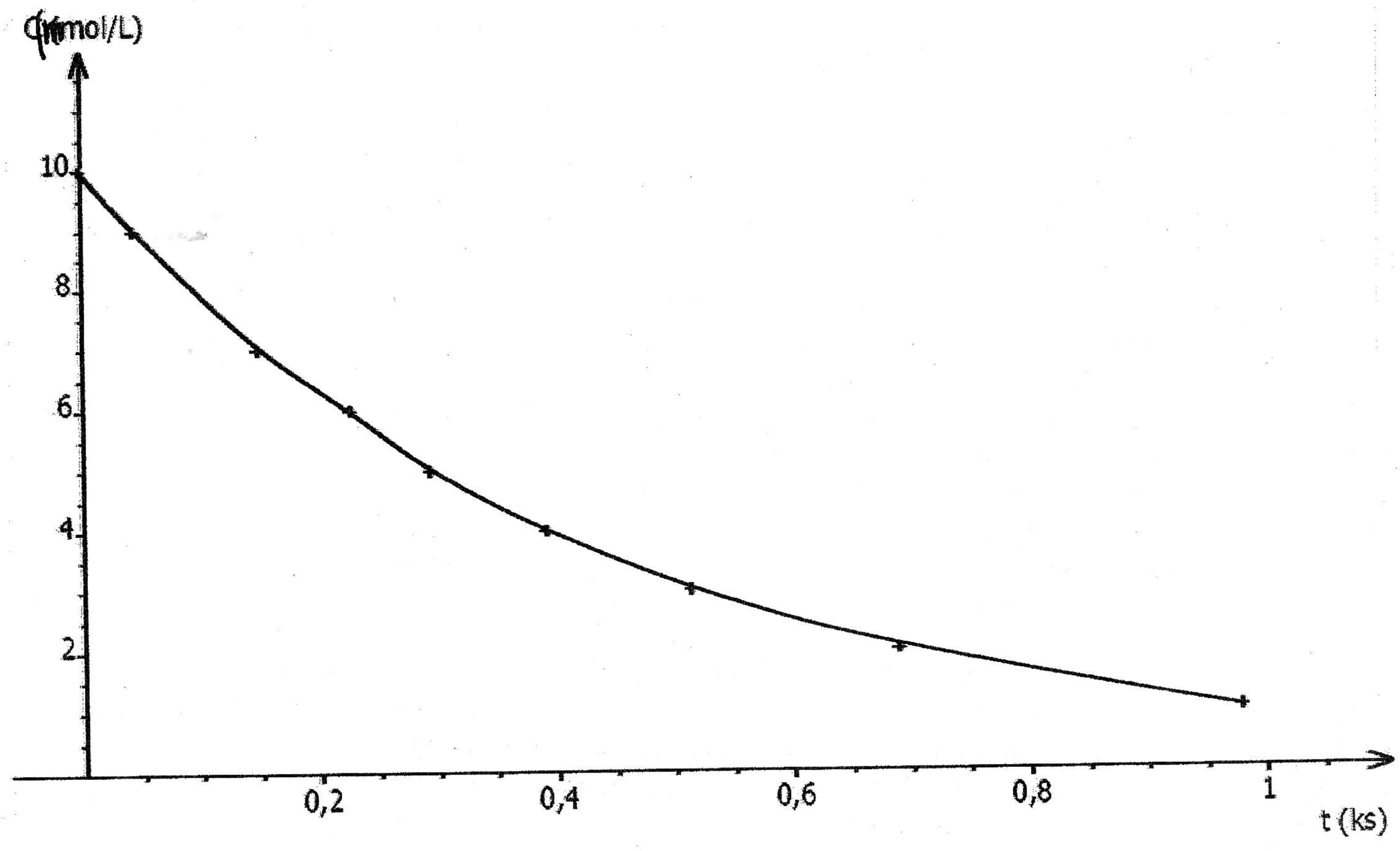
3.1) Préciser à partir du tableau :
Le régime des oscillations. La durée d'une oscillation et donner son nom.

3.2) En supposant que cette durée est sensiblement égale à la période propre, calculer la masse m du solide.

4) Etude énergétique du système (solide + ressort) :

4.1) Donner l'expression de l'énergie mécanique du système (solide + ressort).

4.2) Déterminer les valeurs E_1 et E_2 de l'énergie mécanique respectivement aux instants : $t_1 = 0{,}5s$ et $t_2 = 0{,}75s$. Comparer E_1 et E_2 et interpréter.



Fin du sujet