MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE
INSPECTION D'ACADEMIE DE DAKAR
ANNEE SCOLAIRE 2022-2023

COMPOSITION DU PREMIER SEMESTRE \ TS1

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES
DUREE : 04 heures

EXERCICE 1 **(03 points)**

Données : les masses molaires atomiques en g.mol-1 : H : 1 ; C : 12 ; O : 16 ; Cℓ : 35,5

Les dérivés d'acide carboxylique sont des composés très réactifs utilisés dans la production industrielle (synthèse de médicament, parfumerie…)

On s'intéresse dans ce qui suit, à la synthèse d'un amide monosubstitué et d'un ester à partir d'un chlorure d'acide.

1.1. Rappeler la formule générale des chlorures d'acide et mettre en évidence le groupe caractéristique. **(0,5 pt)**

1.2. La réaction entre 880 mg d'un monoacide carboxylique A saturé et un excès de chlorure de thionyle donne 960 mg d'un composé organique B.

1.2.1. Ecrire l'équation-bilan d'une réaction de préparation de B à partir de A (on utilisera les formules brutes). **(0,25 pt)**

1.2.2. Le rendement de la réaction est 90%. Montrer que la formule brute de A est $C_4H_8O_2$. **(0,25 pt)**

La molécule de A est ramifiée. Donner les formules semi-développées et les noms de A et B. **(0,5 pt)**

1.2.3. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre B et la N-méthyléthanamine. Nommer le corps organique obtenu. **(0,5 pt)**

1.3. On considère un corps C qui donne un précipité jaune avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine et qui rosit le réactif de Schiff. L'oxydation ménagée de C donne un produit D qui, en présence du décaoxyde de tétraphosphore P_4O_{10}, se transforme en l'anhydride méthylpropanoïque. Donner les formules semi-développées et les noms des corps D et C. **(0,5 pt)**

1.4. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre B et le 3-méthylbutan-1-ol. Donner les caractéristiques de cette réaction. **(0,5 pt)**

EXERCICE 2 **(03 points)**

Données :

Masse linéique du ruban de magnésium : $\mu = 2{,}0$ g.m^{-1} ; M(Mg) = 24,3 g.mol^{-1} ; volume molaire $V_m = 24$ L.mol^{-1}.

Les carences en magnésium sont à l'origine de divers symptômes, tels qu'une fatigue passagère, des troubles du sommeil ou des crampes musculaires. L'acide chlorhydrique qui se trouve à l'intérieur de l'estomac aide à décomposer les aliments que nous mangeons, en particulier les protéines, et à assimiler les nutriments. Malheureusement, des déséquilibres peuvent augmenter les problèmes gastro-intestinaux. Dans certains cas, le magnésium peut aider à résoudre des problèmes d'estomac.

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le magnésium qui réagissent totalement suivant l'équation-bilan : $\mathbf{Mg + 2H_3O^+ \longrightarrow H_2 + Mg^{2+} + 2\,H_2O}$

On introduit dans un ballon une solution d'acide chlorhydrique de concentration C = 0,5 mol.L^{-1} et de volume V = 10 mL. A l'instant t =0, on plonge dans le ballon un ruban de magnésium de longueur L = 3,55 cm. Ensuite on ferme très rapidement le ballon avec un bouchon percé qui permet de relier par un tuyau le contenu du ballon à un dispositif permettant de mesurer le volume de dihydrogène dégagé au cours du temps. Le ruban de magnésium est complètement immergé dans la solution d'acide chlorhydrique.

Les volumes de dihydrogène formé V_{H_2} mesurés à différentes dates dans les conditions expérimentales, sont consignés dans le tableau suivant :

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
V_{H_2} (mL)	0	11,52	19,20	26,40	33,12	38,00	41,52	45,30	48,00
$n_{H_3O^+}$ (mmol)									

2.1. Les couples redox qui interviennent dans la réaction sont **H_3O^+/ H_2 et Mg^{2+}/ Mg.** Écrire les demi-équations rédox électronique et retrouver l'équation-bilan de la réaction. **(0,25 pt)**

2.2. Les réactifs ont-ils été mélangés dans les proportions stœchiométriques ? Sinon préciser le réactif limitant. **(0,5 pt)**

2.3. Montrer que la quantité de matière, d'ions hydronium (**H_3O^+**) présents dans le milieu réactionnel à chaque instant, est donnée par la relation : $n_{H_3O^+} = (5 - \frac{V_{H_2}}{12})10^{-3}$ mol ; V_{H_2} est en mL. **(0,25 pt)**

2.4. Recopier puis compléter le tableau précédent. Tracer la courbe donnant les variations de la quantité de matière des ions hydronium restant $n_{H_3O^+}$ en fonction du temps. **(0,5 pt)**

Échelles : 1 cm pour 10 s ; 1cm pour 0,5 mmol.

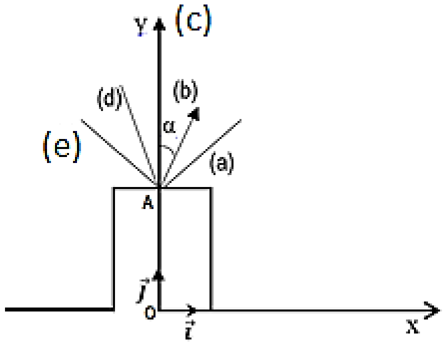
2.5. Définir la vitesse instantanée de disparition des ions hydronium puis déterminer sa valeur à la date t= 40s. En déduire la vitesse de disparition du magnésium à la même date en mmol.min^{-1}. **(0,75 pt)**

2.6. Déterminer graphiquement la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$. **(0,25 pt)**

2.7. Déterminer le volume de dihydrogène formé en fin de réaction. **(0,25 pt)**

2.8. On recommence l'expérience avec les mêmes quantités de matière que précédemment mais en abaissant cette fois-ci la température du milieu réactionnel. La nouvelle valeur de $t'_{1/2}$ du temps de demi-réaction est –elle plus grande ou plus petite ? **(0,25 pt)**

<u>EXERCICE 3</u> (04 points)



Votre lycée ayant décidé d'installer une fontaine ornementale, il s'agit d'en déterminer les caractéristiques afin d'évaluer son encombrement spatial, à l'entrée de l'établissement.

L'eau sera lancée d'une hauteur de 2m par rapport au sol, par un ajutage* multiple, dans cinq directions formant chacune un angle α avec l'axe vertical Oy, et situées dans un même plan vertical :

On donne pour α les valeurs suivantes: -60°; -30° ; 0° ; +30° ; +60°. L'eau sort de chaque ajutage avec la même valeur vo de la vitesse que l'on déterminera dans la suite.

3.1. Le jet vertical (c) lance l'eau à la hauteur h = 12 m par rapport au sol. Après avoir énoncé le théorème de l'énergie cinétique, déterminer v_0, vitesse de sortie de l'eau de chaque ajutage. **(0,75 pt)**

3.2. Dans la suite, on raisonnera avec le jet (a) faisant un angle α = 60° avec la verticale.

3.2.1. Exprimer l'équation cartésienne de la trajectoire moyenne des gouttes d'eau éjectées en A à la vitesse formant un angle α avec l'axe Oy, dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$). **(0,75 pt)**

3.2.2. Quel diamètre minimum devra avoir le bassin supposé circulaire, recevant l'eau des cinq jets ? **(0,75 pt)**

3.2.3. Déterminer le temps mis par une goutte d'eau pour atteindre le bassin. **(0,75 pt)**

3.2.4. Donner les caractéristiques du vecteur vitesse à l'arrivée au sol. (On précisera, en particulier, l'angle β formé par le vecteur vitesse avec la verticale ascendante). **(01 pt)**

NB : Un ajutage est un orifice percé dans la paroi d'un réservoir ou d'une canalisation pour permettre l'écoulement de l'eau.

<u>EXERCICE 4</u> (05,75 points)

Données : Masse de la Terre : M_T = 5,97.10^{24} kg ; Rayon de la Terre : R_T = 6370 km.

Constante de gravitation : K = 6,67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}.

Dans le référentiel géocentrique un satellite, de masse m_s, évolue sur une orbite circulaire située à l'altitude h_1= 23630 km dans le plan équatorial de la Terre. Il se déplace d'Ouest en Est. La période du mouvement de rotation de la Terre dans ce référentiel est T_0 = 86 164 s.

4.1. Montrer que le mouvement de rotation du satellite est uniforme. **(0,5 pt)**

4.1.1. Etablir l'expression de la vitesse du satellite dans le référentiel géocentrique en fonction de K, M_T, R_T et h_1 puis calculer sa valeur. **(0,75 pt)**

4.1.2. En déduire l'expression de la période T_1 du mouvement du satellite en fonction de K, M_T, R_T et h_1 puis calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

4.2. Montrer que pour tout satellite tournant autour de la Terre, le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante. **(0,25 pt)**

4.2.1. Calculer le rayon r_0 d'un satellite situé sur le plan équatorial et tournant dans le même sens que la Terre d'un mouvement circulaire uniforme de période T_0. **(0,25 pt)**

4.2.2. Quelle particularité présente dans ce cas le satellite pour un observateur terrestre situé dans le plan de l'équatorial ? **(0,25 pt)**

4.3. On définit l'énergie potentielle d'interaction gravitationnelle E_P entre la Terre et le satellite par :
$\frac{dE_P}{dr}$ = F(r) ; relation ou F(r) est l'intensité de la force de gravitation que l'un exerce sur l'autre.

4.3.1. En choisissant $E_p = 0$ quand r tend vers l'infini, déterminer l'expression de E_P. **(0,75 pt)**

4.3.2. En déduire l'expression de l'énergie mécanique en fonction M, K, r et m_s. **(0,5 pt)**

4.4. Le satellite (S), sous l'influence d'actions diverses, perd après chaque tour, le millième de l'altitude qu'il avait au début du tour précédent.

4.4.1. Calculer l'altitude h_2 du satellite (S) au début du second tour. **(0,5 pt)**

4.4.2. Montrer que dans ces conditions, les altitudes h_{n+1} à la fin de chaque $n^{ième}$ tour constituent des termes d'une suite géométrique dont on déterminera la raison « q ». **(0,75 pt)**

4.4.3. En déduire le nombre n de tours effectués par le satellite au moment où il atteint l'altitude h = 6000 km. **(0,75 pt)**

EXERCICE 5 **(04,25 points)**

Le but de cet exercice est d'étudier les oscillations libres d'un oscillateur mécanique

On considère un solide de masse m = 250 g pouvant glisser sans frottement le long d'un axe $(O,\vec{\imath})$ horizontal, le solide est attaché à un ressort dont la raideur vaut k =10 N. m^{-1}; l'autre extrémité du ressort est fixée rigidement.

Le plan horizontal contenant le centre d'inertie G du solide est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

5.1. Oscillateur non amorti

Dans cette partie, on néglige toute force de frottement.

5.1.1. Etablir l'équation différentielle en x qui régit le mouvement du centre d'inertie G de la masse. **(0,5 pt)**

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

Déterminer l'expression de T_0 en fonction de m et k et calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

5.1.3. À la date to = 0, le centre d'inertie G du solide passe par le point d'abscisse x_0 = 2 cm avec une vitesse de valeur algébrique V_0 = – 0,2 m.s^{-1}. Déterminer Xm et φ. **(01 pt)**

5.2. Oscillateur amorti

Dans cette partie, la force de frottement est donnée par $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$ où α est une constante positive. On tire cette fois la masse sur une distance de 2 cm vers les abscisses positives et on la libère sans vitesse initiale.

Un dispositif approprié a permis de tracer la courbe donnant les variations de x = f(t) (figure 2) et les courbes donnant les variations de l'énergie cinétique Ec(t) de la masse et de l'énergie potentielle élastique Ep(t) du ressort (figure 3).

5.2.1. En se référant à la figure 2, donner la valeur de la pseudo-période T du mouvement de G. Comparer sa valeur à celle de la période propre T_0. **(0,5 pt)**

5.2.2. En se référant aux figures 2 et 3 **(voir feuille annexe)**, préciser parmi les courbes A et B celle qui représente Ep(t). **(0,25 pt)**

5.2.2.1. Vérifier graphiquement que le rapport $\frac{X_m(T)}{X_m(0)} = \frac{X_m(2T)}{X_m(T)} = a$ où a est une constante à déterminer. **(0,5 pt)**

5.2.2.2. Sachant que $a = e^{-\frac{\alpha T}{2m}}$, calculer, en SI, la valeur de α. **(0,25 pt)**

5.2.3. Sur la figure 3 sont repérés deux instants particuliers notés t_1 et t_2, calculer le travail des forces de frottements entre ces deux instants t_1 et t_2. **(0,75 pt)**

FIN DE SUJET

ANNEXE

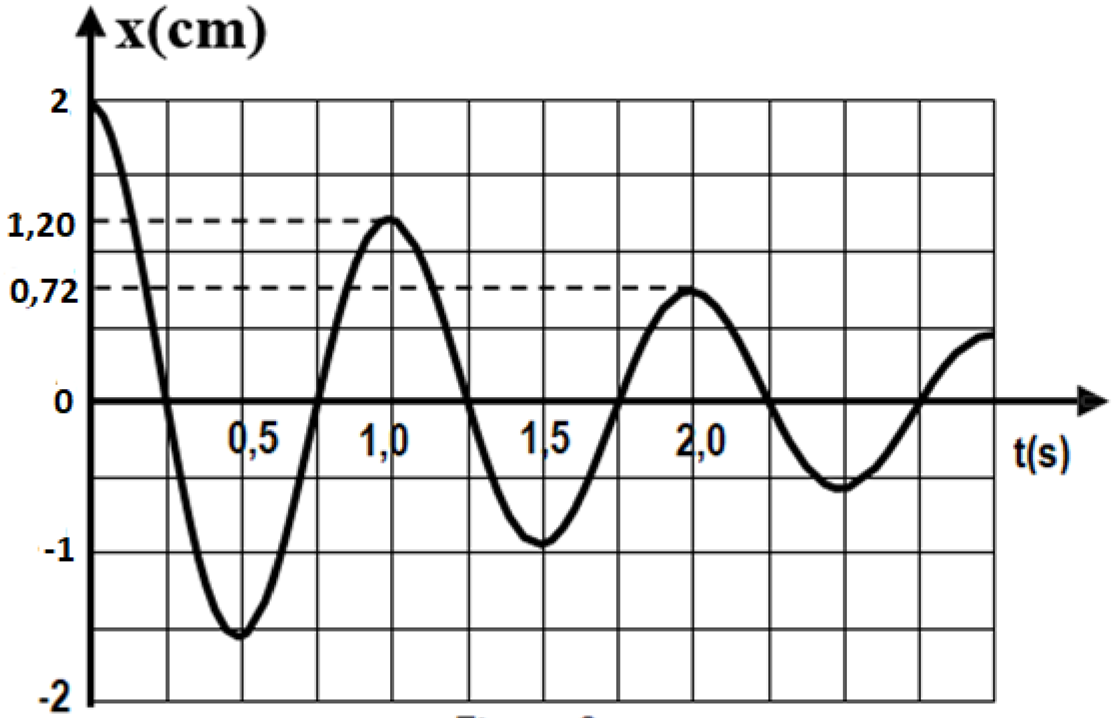


Figure 2

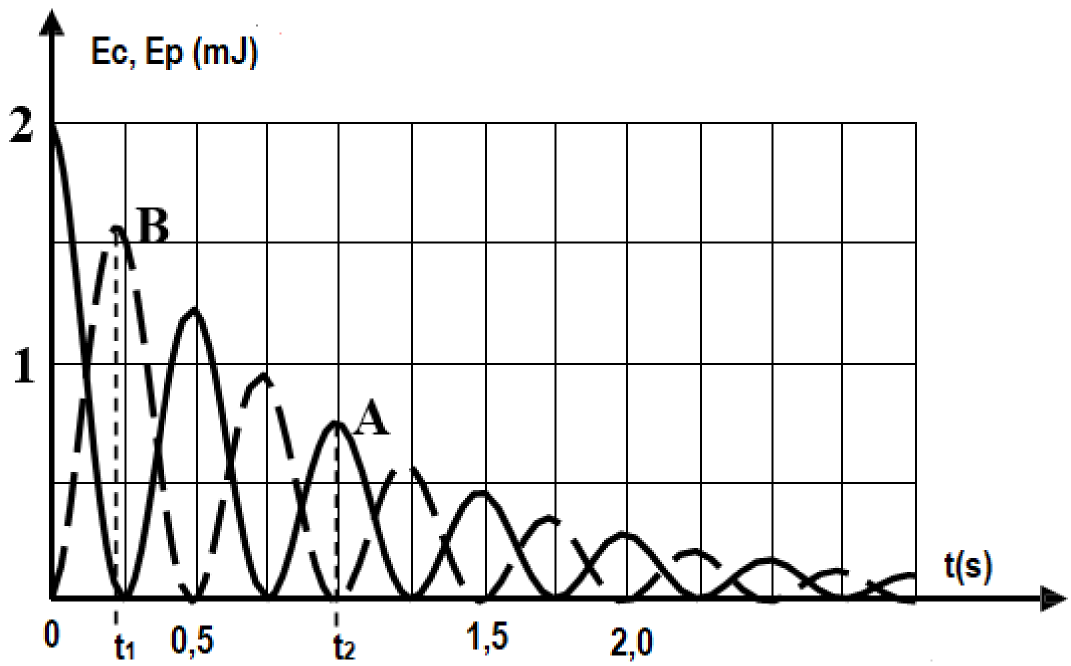


Figure 3