



SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (04,5 points).

Données : masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $M(\text{Zn}) = 65,4$; $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$, $M(\text{N}) = 14$

Le zinc est un métal d'usage courant en raison de ses propriétés intéressantes dont son comportement vis-à-vis de la corrosion.

Le zinc réagit avec l'acide sulfurique dilué et à froid. L'équation bilan de cette réaction s'écrit :



Pour étudier cette réaction, supposée totale, on verse à la date $t_0 = 0$, un volume $V = 75,0 \text{ mL}$ d'une solution d'acide sulfurique sur une masse $m = 500 \text{ mg}$ de poudre de zinc.

La concentration, en ions hydronium, de la solution d'acide est $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,4 \text{ mol L}^{-1}$. Pendant l'expérience la température est maintenue constante égale à 25°C .

Par une méthode appropriée, on détermine la quantité de matière de dihydrogène qui se forme au cours du temps. On obtient le tableau de valeurs suivant :

t (min)	0	1	3	5	7	9	11	15	20	25	30	35
n(H ₂) en mmol	0,00	0,10	0,40	0,60	0,80	1,03	1,22	1,57	2,01	2,46	2,85	3,25

1 - 1 Tracer la courbe donnant les variations de la quantité de matière de dihydrogène formé, en fonction du temps. Echelles: 1 cm pour 2 min ; 1 cm pour 0,2 mmol. **(01 point)**

1 - 2 Déterminer, graphiquement, les vitesses de formation du dihydrogène aux dates $t_0 = 0$ et $t_1 = 35 \text{ min}$.

En déduire le sens de l'évolution de la vitesse de formation du dihydrogène au cours du temps. Justifier l'évolution de la vitesse. **(01 point)**

1 - 3 Montrer que la valeur de la vitesse de formation du dihydrogène à la date $t_1 = 35 \text{ min}$ atteste que la réaction n'est pas terminée à cet instant. **(01 point)**

1 - 4 Préciser le réactif limitant. Peut-on déterminer le temps de demi-réaction à partir de la courbe? Justifier la réponse. **(01 point)**

EXERCICE 2 (03,5 points).

Les amines ont une odeur caractéristique, forte et désagréable. A l'état naturel, elles proviennent de la dégradation de la matière animale.

2-1 On considère les amines dont les molécules sont saturées et non cycliques. Ecrire la formule générale de telles amines si on désigne par n le nombre d'atomes de carbone par molécule. **(0,5 point)**

2-2 On dissout dans de l'eau distillée une masse $m = 10,35 \text{ g}$ d'une amine A de cette catégorie. On obtient alors 1 L de solution. On prélève un volume $V_1 = 40 \text{ mL}$ de cette solution. En présence d'un indicateur coloré approprié, on dose ce prélèvement par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_2 = 0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le virage de l'indicateur se produit quand on a versé un volume $V_2 = 20,5 \text{ mL}$. **(0,5 point)**

2-2-1 Déterminer la masse molaire de A et sa formule brute.

2-2-2 On considère trois amines de classes différentes admettant la même formule brute que A.

a) Ecrire les formules semi-développées de ces trois amines. Nommer chaque amine. **(0,75 point)**

b) La molécule de l'amine A étudiée est symétrique. En plus A ne donne pas d'amide en présence de chlorure d'acyle ou d'anhydride d'acide. Préciser alors la formule semi développée et le nom de A. **(0,25 point)**

2.3 On réalise maintenant les trois expériences suivantes :

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
Température ($^\circ\text{C}$)	25	25	25
Masse initiale de zinc (g)	0,50	0,50	0,50
Volume d'acide sulfurique versé (mL)	75	75	75
Concentration initiale en ion hydronium ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	0,50	0,40	0,25

Pour chacune des expériences 1, 2 et 3, représenter sur le même système d'axes, l'allure des trois courbes respectives (a), (b) et (c) représentant les variations de la quantité de matière $n(\text{H}_2)$ de dihydrogène lors des 35 premières minutes. Justifier les positions relatives des courbes les unes par rapport aux autres. **(01,5 point)**

EXERCICE 3 (04 points).

Données : Constante de gravitation universelle $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI ; masse de la terre $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg ; Rayon de la terre $R = 6\,400$ km.

Les satellites de télécommunication jouent un rôle fondamental dans la vie actuelle et ont permis de réduire le monde à un « village planétaire ». Ce sont, pour la plupart, des satellites géostationnaires.

3-1 Donner la signification de satellite géostationnaire.

Dans quelles conditions un satellite peut-il être géostationnaire ?

(0,5 point)

3-2 En précisant le référentiel d'étude, montrer que le mouvement d'un tel satellite est circulaire uniforme.

(0,5 point)

3-3 Soit h l'altitude d'un satellite géostationnaire. Etablir, en fonction de G , M , R et h , l'expression de :

a) la vitesse linéaire V du satellite,

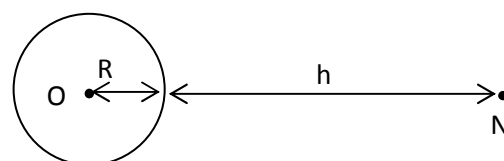
(0,5 point)

b) la période de révolution T du satellite.

(0,5 point)

3-4 Calculer l'altitude h d'un satellite géostationnaire **(0,5 point)**

3-5 L'énergie potentielle de pesanteur de ce satellite, de masse m , a pour expression



$$E_p = - \frac{G M m}{(R+h)}$$

3-5-1 Préciser l'état de référence pour cette énergie potentielle.

(0,25 point)

3-5-2. Etablir une relation simple entre l'énergie cinétique E_c et l'énergie potentielle E_p du satellite

(0,5 point)

3-5-3. En déduire alors l'expression de son énergie mécanique E_m en fonction de E_c . **(0,25 point)**.

3-6 On considère maintenant un satellite quelconque à une altitude h . Le satellite subit des frottements équivalents à une force de freinage de module $f = \lambda m v^2$, expression où λ est une constante, v étant la vitesse du satellite. Ce freinage est très faible, et on peut supposer que les révolutions restent presque circulaires et que pour chacune d'elle, l'altitude h du satellite diminue de Δh avec $\Delta h \ll h$.

3-6-1 Montrer que la variation de vitesse du satellite peut s'écrire $\Delta v = - \frac{\pi}{T} \Delta h$ où T est la période du satellite.

(0,5 point)

3-6-2 Justifier l'évolution de la vitesse du satellite.

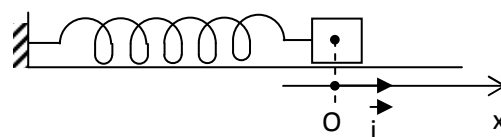
(0,25 point)

3-6-3 Exprimer λ en fonction de h , Δh et R_T .

(0,25 point)

EXERCICE 4 (04 points).

Un oscillateur mécanique libre est constitué d'un ressort élastique de constante de raideur k , d'axe horizontal, relié à un solide S supposé ponctuel, de masse m . Le solide S peut se déplacer, sans frottement, sur un plan horizontal, le long de l'axe du ressort.



4-1 Schématiser l'oscillateur à un instant où le solide S est écarté de sa position d'équilibre ; représenter à cet instant les forces qui s'exercent sur le solide S **(0,5 point)**

4-2- Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du solide ponctuel S

(0,5 point)

4-3 La solution de cette équation différentielle est de la forme $x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$.

Rappeler la signification des paramètres de cette équation, donner également leurs unités dans le système international. **(0,75 point)**

4-4 : L'énergie potentielle de cet oscillateur est nulle quand le solide S est à sa position d'équilibre.

4-4-1 Exprimer l'énergie potentielle de cet oscillateur en fonction de k , m , x et $\frac{dx}{dt}$. (x est l'abscisse du solide).

(0,5 point)

4-4-2 En déduire l'expression de son énergie mécanique en fonction des grandeurs k et X_m **(0,25 point)**

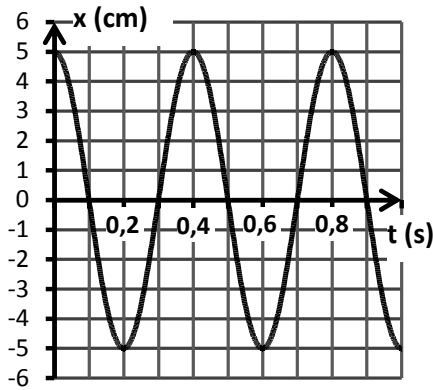
4-5 On réalise une série d'expériences et on enregistre, avec un dispositif approprié, l'évolution de la position x du solide ponctuel au cours du mouvement (courbes C1, C2 et C3) (page suivante)

Pour la courbe C3, l'enregistrement a été fait avec le solide S supportant une surcharge de masse m' ; les autres courbes ont été enregistrées avec le solide S sans surcharge.

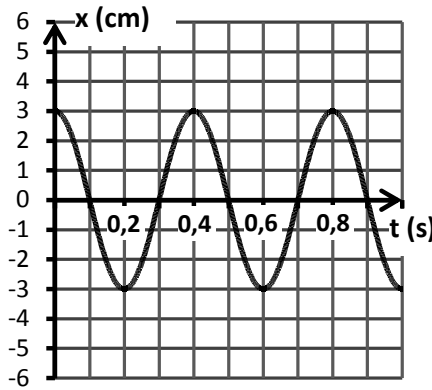
4-5-1 L'amplitude du mouvement du solide S influence-t-elle la période de ses oscillations ? Justifier. **(0,5 point)**

4-5-2 La période des oscillations change-t-elle si on modifie la masse du solide relié au ressort ? Justifier. **(0,5 point)**

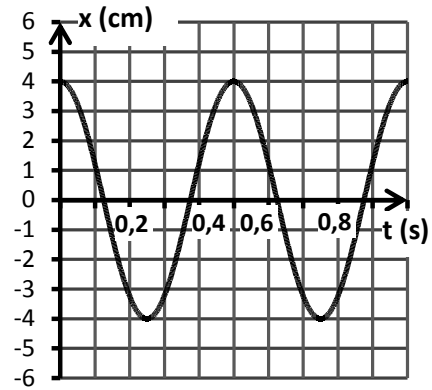
4-5-3 Le solide ponctuel S a une masse $m = 650$ g. Déterminer la constante de raideur k du ressort élastique et la masse m' de la surcharge. **(0,5 point)**



C1 : Oscillation du solide S seul



C2 : Oscillation du solide S seul



C3 : Oscillation du solide S + la surcharge

EXERCICE 5 (04 points).

La déviation magnétique de particules chargées possède de nombreuses applications théoriques et pratiques. (cyclotrons, téléviseurs, filtres de vitesse...).

On se propose d'étudier la déviation de particules chargées dans un champ magnétique uniforme. Des ions de masse m , de charge q sont émis par une chambre d'ionisation C avec une vitesse quasi nulle. Ils sont ensuite accélérés par une tension appliquée entre la chambre d'ionisation et l'électrode K horizontale percée d'un trou O (voir figure 2 de la page suivante).

Le dispositif est placé dans l'espace où règne un vide supposé parfait. Le poids des ions est négligeable devant les autres forces et les vitesses sont faibles devant la célérité de la lumière.

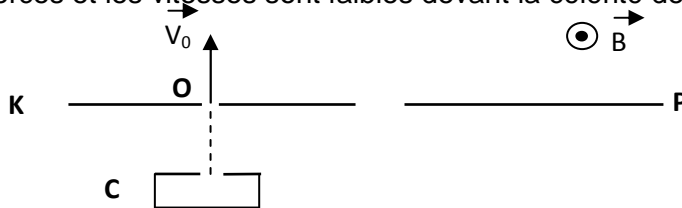


Figure 2

5.1 Un ion de masse m , de charge q , arrive par le trou O dans une zone où règne le champ magnétique uniforme \vec{B} . La vitesse de l'ion en O est verticale et perpendiculaire au vecteur \vec{B} . Après avoir décrit une trajectoire dans l'espace où règne le champ \vec{B} , l'ion frappe une plaque photographique P se trouvant dans le plan horizontal de K. Soit I_0 le point d'impact de l'ion sur la plaque P.

5.1.1 Etablir l'expression de l'intensité de la force magnétique qui s'exerce sur l'ion quand il pénètre en O dans le champ magnétique. Déterminer la valeur de cette intensité. Quel est le signe de la charge portée par un ion ? Justifier la réponse. **(0,5 point).**

5.1.2 Pour un ion donné, comment varie la norme du vecteur vitesse avec le temps dans la zone où le champ magnétique est uniforme ? Justifier la réponse. **(0,5 point).**

5.1.3 Montrer que le mouvement d'un ion est plan dans l'espace où règne le champ magnétique \vec{B} . **(0,25 point).**

5.1.4 Montrer qu'un ion a une trajectoire circulaire et exprimer la distance OI_0 en fonction de m , B , q , V_0 . Calculer cette distance **(0,75 point).**

On donne : $|q| = 3,2 \cdot 10^{-19}$ C
 $1u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg

$m = 232$ u (masses de l'ion étudié)
 $V_0 = 1,0 \cdot 10^5$ m/s $B = 0,02$ T.

5.2 Les ions produits par la chambre d'ionisation ont même masse $m = 232u$ mais des vitesses différentes. Quand les ions entrent dans le champ magnétique \vec{B} , ils n'ont pas tous la même vitesse. La valeur des vitesses des ions est comprise entre $V_0(1+a)$ et $V_0(1-a)$. Les ions de vitesse $V_0(1+a)$ impressionnent la plaque P en un point I alors que les ions de vitesse $V_0(1-a)$ l'impressionnent en I'. Déterminer la distance $D = II'$ sur laquelle se répartissent les points d'impact des ions sur la plaque photographique. On prendra : $a = 5 \cdot 10^{-3}$ **(0,75 point).**

5.3 Les ions produits par la chambre d'ionisation ont même vitesse mais sont des isotopes du même élément.

5.3.1 Si les isotopes arrivent en O avec la même vitesse, quelle grandeur physique caractéristique des différents isotopes peut-on identifier à partir des positions des points d'impact sur la plaque photographique ? **(0,5 point).**

5.3.2 La dispersion des ions étudiée à la question 5.2, peut-elle entraîner des difficultés pour déterminer le nombre d'isotopes si elle se produit ? Quel dispositif faudrait-il placer entre la chambre d'ionisation et le point O pour avoir un faisceau rigoureusement homocinétique au point O ? Faire un schéma clair pour appuyer son argumentation. **(0,75 point).**