



COMPOSITION HARMONISEE DU PREMIER SEMESTRE

Epreuve: SCIENCES PHYSIQUES /Niveau: TERMINALE

Série : S1

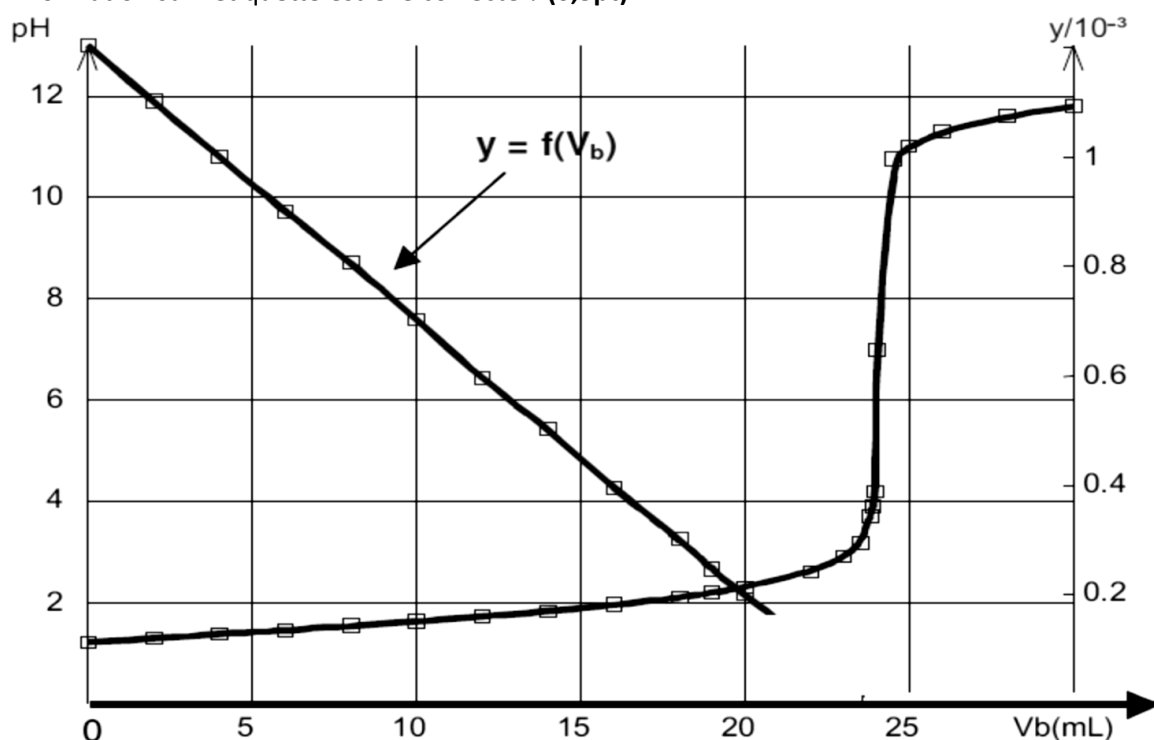
Durée : 4H

EXERCICE1 (2,75pts)

L'acide chlorhydrique est couramment employé comme détartrant, est vendu dans le commerce en solutions très concentrées. On trouve sur l'étiquette de la solution commerciale les informations suivantes : minimum 30% en masse de HCl ; masse volumique $1,18g.cm^{-3}$.

I- Détermination de la concentration de la solution commerciale

- 1.1 A partir des données de l'étiquette, calculer la concentration C_0 de la solution commerciale. **(0,25pt)**
- 1.2 On souhaite doser précisément cette solution d'acide par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B=5.10^{-2}mol.L^{-1}$ afin de vérifier son pourcentage massique. Préalablement, on dilue 200 fois la solution commerciale.
- Pourquoi faut-il procéder à une dilution de la solution commerciale avant le dosage ? **(0,25pt)**
- 1.3 Par pH-métrie, on dose un volume $V_A= 20$ mL de la solution d'acide diluée de concentration C_A par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_B . La courbe obtenue est représentée ci-dessous.
 - 1.3.1 Ecrivez l'équation bilan de la réaction de la réaction de dosage. **(0,25pt)**
 - 1.3.2 Déterminez la concentration C_A de la solution diluée d'acide. En déduire la concentration C_0 de la solution commerciale. **(0,5pt)**
- 1.4 Calculez le pourcentage massique $\mathcal{P}$ réel en chlorure d'hydrogène dissous dans la solution commerciale. L'information sur l'étiquette est-elle correcte ? **(0,5pt)**

**II- Détermination du point d'équivalence par la méthode de Cran**

On se propose de déterminer d'une autre façon le volume équivalent V_E . Pour cela, on exploite les résultats expérimentaux avant l'équivalence acido-basique.

- 1.5 Exprimez, lorsque le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé est V_B ($V_B < V_E$), la quantité de matière $n(H_3O^+)_r$ restant dans le mélange en fonction de C_A , V_A , C_B et V_B . **(0,25pt)**

1.6 En déduire la concentration $[H_3O^+]_r$ en ions hydronium restant dans le mélange en fonction de C_A, V_A, V_B, C_{V_B} . (0,25pt)

1.7 En tenant compte de la relation à l'équivalence, montrez que : $[H_3O^+]_r(V_A + V_B) = C_B(V_E - V_B)$ (0,25pt)

1.8 A partir des résultats expérimentaux, on représente le graphe de la fonction $V_B \rightarrow y(V_B)$ telle que :

$$y = [H_3O^+]_r(V_A + V_B)$$

Comment peut-on retrouver le volume V_E à partir du graphe ?

(0,25pt)

EXERCICE2 (3,25pts)

Données :

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

Volume molaire des gaz : $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

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 : $\text{Mg} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2 + \text{Mg}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$

On introduit dans un ballon une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ et de volume $V = 10,0 \text{ mL}$.

À l'instant $t = 0$, on plonge dans le ballon un ruban de magnésium de longueur $L = 2,55 \text{ cm}$. 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
$n_{\text{H}_3\text{O}^+}$ (mmol)									

2.1. Les couples redox qui interviennent dans la réaction sont $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2$ et $\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$. Ecrire les demi équations redox électronique et retrouver l'équation bilan de la réaction. (0,5 pt)

2.2. Les réactifs ont-ils été mélangés dans les proportions stœchiométriques ? Sinon préciser le réactif limitant. (0,25 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 : $n_{\text{H}_3\text{O}^+} = \left(5 - \frac{V_{\text{H}_2}}{12}\right) 10^{-3} \text{ mol}$; 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 $n_{\text{H}_3\text{O}^+}$ en fonction du temps. Echelles : 1cm pour 10 s ; 1cm pour 0,5 mmol. (0,75 pt)

2.5. Définir la vitesse instantanée de disparition des ions hydronium, puis déterminer sa valeur à la date $t_1 = 40 \text{ s}$. 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 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 $t'_{1/2}$ du temps de demi-réaction est-elle plus grande ou plus petite ? Justifier la réponse. (0,25 pt)

EXERCICE 3**(5 POINTS)**

Nous étudions le mouvement de chute de deux corps (A) et (B) dans le repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen. Le point O est situé au niveau du sol (figure 1). On néglige la poussée d'Archimède devant les autres forces et on prend l'intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

3.1-Etude de la chute d'un corps avec frottement :

A un instant choisi comme origine des dates $t = 0$, on lâche sans vitesse initiale d'un point H, un corps solide (A) de masse $m_A = 0,5 \text{ kg}$ et de centre d'inertie G_A (figure 1). En plus de son poids, le solide (A) est soumis à une force de frottement fluide $\vec{f} = -k\vec{V}_A$ où $\vec{V}_A$ est le vecteur vitesse de G_A à un instant t et k une constante positive.

3.1.1- Montrer que l'équation différentielle du mouvement vérifiée par la composante $V_{Ay}(t)$ suivant l'axe (Oy) du vecteur vitesse $\vec{V}_A(t)$ s'écrit $\frac{dV_{Ay}}{dt} + \frac{1}{\tau} V_{Ay} + g = 0$ où τ représente la constante de temps caractéristique du mouvement. **(1 pt)**

3.1.2- La courbe de la figure 2 représente l'évolution de $V_{Ay}(t)$ au cours du temps. Déterminer τ et en déduire la valeur de k . **(1 pt)**

3.2-Etude du mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur :

A l'instant où le centre d'inertie G_A du corps (A) passe par le point F d'altitude $h_F = 18,5 \text{ m}$ par rapport au sol, on lance un projectile (B), de masse m_B et de centre d'inertie G_B , d'un point P de coordonnées $(x_P = 0, y_P = h_P)$ avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ faisant un angle α , $(0 < \alpha < \frac{\pi}{2} \text{ rad})$ avec l'horizontale (figure 1). On choisit cet instant comme nouvelle origine des dates ($t = 0$) pour le mouvement de (A) et celui de (B). On néglige les frottements pour le projectile (B), on donne : $h_P = 1,8 \text{ m}$; $V_0 = 20 \text{ m.s}^{-1}$.

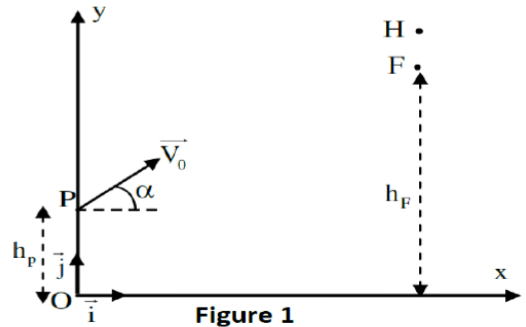
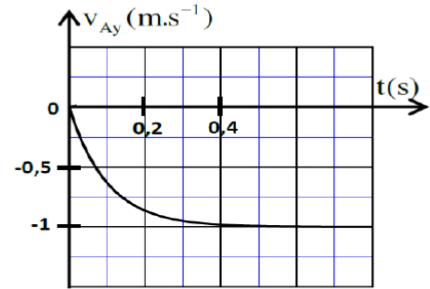
3.2.1- Etablir les équations horaires $x_B(t)$ et $y_B(t)$ du mouvement de (B) en fonction de α , V_0 , g , h_P et t . **(1 pt)**

3.2.2- Exprimer les coordonnées du point S, sommet de la trajectoire de (B), en fonction α , V_0 , g , h_P . **(1 pt)**

3.3- Les deux corps (A) et (B) se rencontrent au point S (on considère que G_A coïncide avec G_B en S).

3.3.1- Sachant que le corps (A) passe par F avec sa vitesse limite à la date $t = 0$, établir l'équation horaire $y_A(t)$ du mouvement de (A). **(0,5 pt)**

3.3.2- Déterminer la valeur de l'angle α pour que les deux corps (A) et (B) se rencontrent au point S. **(0,5 pt)**

**Figure 1****Figure 2****EXERCICE 4****(04,5 points)**

Constante de gravitation universelle $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$; masse de la terre $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; rayon de la Terre $R = 6\,400 \text{ km}$; 1 jour sidéral = 23 h 56 min 4 s.

Les satellites terrestres artificiels sont des engins de fabrication humaine mis en orbite autour de la Terre. Ils sont maintenus en orbite par la seule force gravitationnelle qui agit comme une force centripète, les faisant « tomber » sans jamais atteindre la surface en raison de leur vitesse tangentielle initiale très élevée. On distingue selon leur altitude et leur inclinaison : les satellites géostationnaires, les satellites à défilement...

Dans la suite, on s'intéresse à l'étude d'un satellite, de masse $m = 500 \text{ kg}$, décrivant une orbite circulaire se trouvant à une altitude $h = 800 \text{ km}$ dans le plan équatorial. Ce satellite se déplace vers l'Est et est supposé ponctuel.

4.1. Étude du mouvement d'un satellite

4.1.1. Montrer que l'accélération du satellite est constante. En déduire la nature de son mouvement. **(0,5 pt)**

4.1.2. Établir l'expression de la vitesse du satellite dans le repère géocentrique. En déduire l'expression de sa période T . **(0,5 pt)**

4.1.4. Déterminer la durée au bout de laquelle, ce satellite parcourt une distance de 10 km par rapport à un observateur terrestre. **(0,5 pt)**

4.2. Étude énergétique

L'énergie potentielle de pesanteur de ce satellite, de masse m , a pour expression : $E_p = -\frac{KmM_T}{r}$.

4.2.1. Préciser l'état de référence pour cette énergie potentielle. **(0,25 pt)**

4.2.2. Établir une relation simple entre l'énergie cinétique E_c et l'énergie potentielle E_p du satellite. En déduire alors celle entre son énergie mécanique E_m et E_c . **(0,5 pt)**

4.2.3. Déterminer l'énergie qu'il faut fournir à ce satellite pour qu'il devienne stationnaire c'est-à-dire qu'il reste immobile par rapport à la Terre. **(0,75 pt)**

4.2.3. On considère maintenant un satellite quelconque à une altitude h . Le satellite subit des frottements équivalents à une force de freinage de module $f = bmv^2$, expression où b 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 $\Delta h \ll h$.

4.2.3.1. 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 pt)**

4.2.3.2. Justifier l'évolution de la vitesse du satellite.

4.2.3.3. Exprimer b en fonction de h , Δh et R .

Exercice 5 (05,5 pts)

On considère un **pendule élastique** formé par un solide **(S)** de masse m et un ressort **(R)** à spires non jointives et de raideur K . Le pendule peut se déplacer sur un **plan horizontal parfaitement lisse** (figure 2).



Figure 2

5.1 Établir l'équation différentielle caractéristique du mouvement du solide **(S)**.

(0,25 pt)

5.2 Sachant que cette équation différentielle admet une solution de la forme $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi_x)$. Montrer que la **vitesse du solide est en quadrature avance** sur l'élongation, puis établir la **relation entre l'amplitude V_m de la vitesse et l'amplitude X_m de l'élongation x** .

(0,5 pt)

5.3 Le graphe de la figure 3 représente les variations de la **vitesse instantanée** en fonction du temps.

La vitesse peut alors s'exprimer sous la forme $v(t) = V_m \cos(\omega_0 t + \varphi_v)$

En exploitant le graphe de la figure 3 :

5.3.1 Déterminer les valeurs de V_m , ω_0 et φ_v .

(0,75 pt)

5.3.2 En déduire les valeurs de X_m et φ_x .

(0,5 pt)

5.4

Montrer que l'énergie mécanique du pendule élastique se conserve au cours du temps.

(0,25 pt)

5.5 Le graphe de la figure 4 représente les courbes $E_p = f(x)$ et $E = g(x)$, où E_p et E représentent respectivement l'énergie potentielle élastique et l'énergie mécanique du pendule élastique.

5.5.1 Attribuer, pour chacune des courbes notées C_1 et C_2 , l'énergie correspondante en justifiant la réponse.

(1 pt)

5.5.2 En exploitant le graphe de la figure 4, déterminer la raideur K du ressort et la masse m du solide.

(0,5 pt)

5.5.3 Trouver l'énergie cinétique du solide lorsqu'il passe par le point d'abscisse $x = 4$ cm.

(0,25 pt)

5.6 Le solide **(S)** est maintenant soumis à des forces de frottement de type visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$ avec un coefficient constant et positif h , appelé coefficient de frottement.

5.6.1 Montrer que l'équation qui régit le mouvement du solide peut se mettre sous la forme :

$$1579 \int v_x dt = -16,53 v_x - 10 \frac{dv_x}{dt}. \text{ En déduire la valeur du coefficient de frottement } h.$$

(0,75 pt)

5.6.2 La courbe relative à l'élongation $x(t)$ du centre d'inertie en fonction du temps est donnée par le graphe de la figure 5.

Nommer le régime d'oscillation puis calculer la variation de l'énergie mécanique du pendule entre $t_1 = 0$ s et $t_2 = 1,5$ s, exprimée en millijoules (mJ).

(0,75 pt)

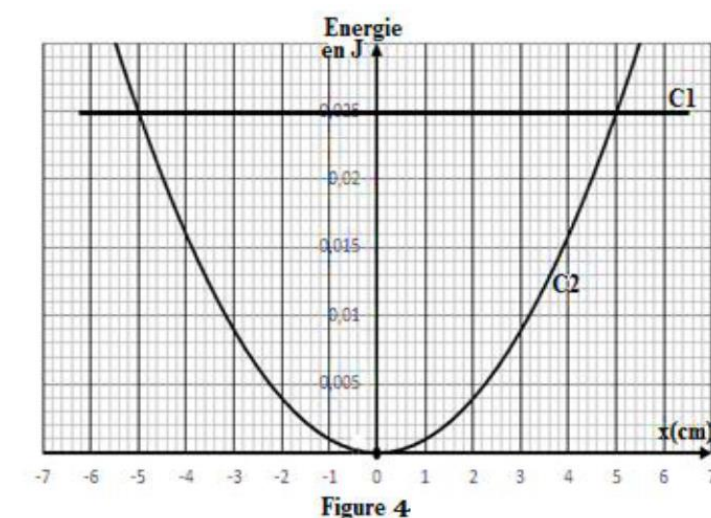


Figure 4

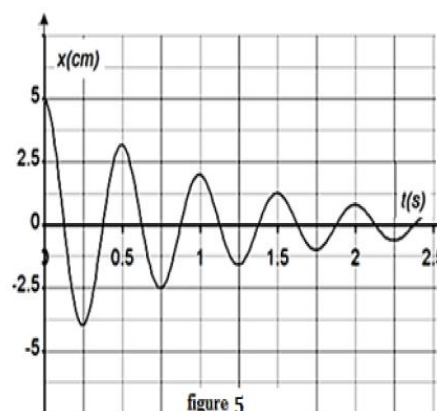


figure 5