

### CHIMIE (7 points)

Toutes les mesures sont faites à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$

#### Exercice n°1 (4,25 pts)

L'acide ascorbique, ou vitamine C, est un monoacide de formule brute  $C_6H_8O_6$  noté AH. Il favorise le développement des os, des tendons et des dents et on le trouve dans de nombreux aliments, en particulier dans les produits frais, légumes verts et fruits. En pharmacie il est possible de trouver la vitamine C par exemple sous forme de comprimés.

On se propose d'étudier le dosage pH-métrique d'une solution d'acide ascorbique par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH). Pour cela, on commence par écraser soigneusement un comprimé dans un mortier, puis on dissout la poudre dans un peu d'eau distillée à l'intérieur d'une fiole jaugée de 50 mL que l'on complète ensuite au trait de jauge. On obtient ainsi une solution  $S_A$  de concentration molaire  $C_A$  d'acide ascorbique. A l'aide d'une pipette jaugée, on prélève un volume  $V_A = 10$  mL de cette solution, que l'on verse dans un bécher. On ajoute peu à peu dans le bécher une solution aqueuse  $S_B$  de soude NaOH de concentration molaire  $C_B = 5 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup> et on prélève le pH. On note  $V_B$  le volume de solution de soude ajouté. Le dispositif expérimental utilisé dans ce dosage est schématisé sur la figure 1 de la feuille annexe à rendre avec la copie. L'évolution du pH en fonction de  $V_B$  est représentée par la courbe ( $\zeta$ ) donnée sur la figure 2 de la feuille annexe, sur laquelle on a tracé deux droites parallèles entre elles et tangentes aux deux parties concaves de la courbe.

- 1) Dans la feuille annexe à rendre avec la copie, compléter l'annotation de la figure 1.
- 2) a- Par exploitation de la courbe ( $\zeta$ ) de la figure 2 fournie en annexe, déterminer les coordonnées  $V_{BE}$  et  $pH_E$  du point d'équivalence ainsi que les coordonnées du point de demi-équivalence. (la trace du travail effectué devrait figurer sur la feuille annexe à rendre avec la copie).  
b- En déduire la valeur du  $pK_a$  du couple acide/base auquel appartient l'acide ascorbique AH et la concentration molaire  $C_A$  de la solution  $S_A$ .  
c- Calculer la masse de l'acide ascorbique contenu dans un comprimé.  
On donne  $M(C_6H_8O_6) = 176$  g.mol<sup>-1</sup>
- 3) a- Ecrire l'équation de la réaction du dosage entre l'acide AH et la soude NaOH.  
b- Etablir l'expression de la constante d'équilibre K relative à la réaction du dosage en fonction de  $K_a$  et  $K_e$ ,  $K_a$  étant la constante d'acidité du couple acide/base auquel appartient l'acide ascorbique AH.  
Calculer K et en déduire que la réaction du dosage est totale.
- 4) Au lieu du suivi pH-métrique, on réalise un dosage colorimétrique utilisant un indicateur coloré approprié.

Parmi les trois indicateurs colorés dont les zones de virages sont mentionnées dans le tableau suivant, lequel vous semble-t-il convenir le mieux à cette expérience ? Justifier.

Indicateur coloré	Rouge de méthyle	Bleu de bromophénol	Rouge de crésol
Zone de virage	4,2 - 6,2	3 - 4,6	7,2 - 8,8

### Exercice n°2 (2.75 pts)

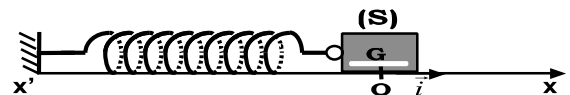
On prépare une solution aqueuse (S) d'ammoniac  $\text{NH}_3$  de concentration  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et de  $\text{pH} = 10,6$ .

- 1) Montrer que  $\text{NH}_3$  est une base faible. Ecrire l'équation de sa réaction dans l'eau.
- 2) Dresser le tableau descriptif d'évolution de cette réaction en utilisant l'avancement volumique  $y$ .
- 3) Donner l'expression du taux d'avancement final  $\tau_f$  de cette réaction en précisant chaque approximation utilisée. Calculer sa valeur.
- 4) Montrer que la constante d'acidité  $K_a$  du couple  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  s'écrit  $K_a = 10^{-\text{pH}} \left( \frac{1-\tau_f}{\tau_f} \right)$ . Calculer sa valeur.

### PHYSIQUE (13 points)

#### Exercice n°1 (5.5 pts)

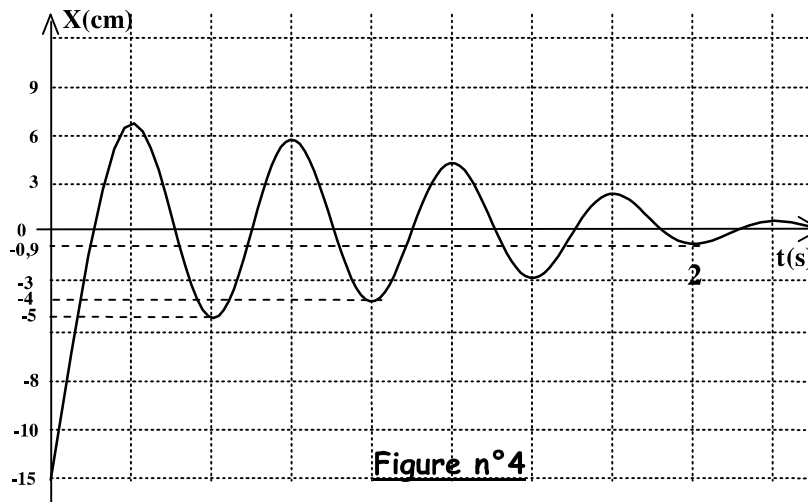
- I. Un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de coefficient de raideur  $K = 20 \text{ N.m}^{-1}$  est disposé sur un plan horizontal, l'une de ses extrémités est fixe, on accroche à l'autre extrémité un solide de masse  $m = 125 \text{ g}$ . Ce solide peut se déplacer sans frottement le long d'un axe horizontal ( $x'ox$ ).  
A l'équilibre le centre d'inertie  $G$  du solide (S) coïncide avec l'origine  $O$  du repère  $R(O, \vec{i})$  (voir figure 3 ci contre)



On comprime le ressort vers la gauche, le point  $G$  occupe la position  $G_0$  telle que  $OG_0 = -15 \text{ cm}$  et à l'instant  $t = 0$ , on lâche le solide sans vitesse initiale.

- 1) a- Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement de (G).  
b- En déduire l'expression de la pulsation propre  $\omega_0$  des oscillations. Calculer sa valeur.  
c- Vérifier que  $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$  est une solution de l'équation différentielle précédente.
  - 2) a- Déterminer la valeur de l'amplitude  $X_m$  et celle de la phase initiale  $\varphi$  du mouvement de (G)  
b- Donner l'expression de la vitesse instantanée  $V(t)$  du solide (S) en fonction de  $X_m$ ,  $\omega_0$  et  $\varphi$ .  
c- Exprimer l'énergie mécanique de cet oscillateur en fonction de  $K$  et  $X_m$ . Calculer sa valeur.
- II. En réalité les frottements existent et se réduisent à une force  $\vec{f} = -h \vec{v}$  où  $V$  désigne la vitesse instantanée du solide (S) et  $h$  est une constante positive appelé coefficient de frottement.  
Sachant que l'équation différentielle caractéristique du mouvement de (G) dans ces conditions est :  $m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = 0$

- 1) Préciser la nature des oscillations de l'oscillateur mécanique constitué ainsi que le nom du régime selon l'importance d'amortissement.
- 2) Montrer que l'énergie mécanique de l'oscillateur diminue au cours du temps.
- 3) Le graphe de la figure 4 suivant représente les variations de l'élongation  $x(t)$  au cours du temps.



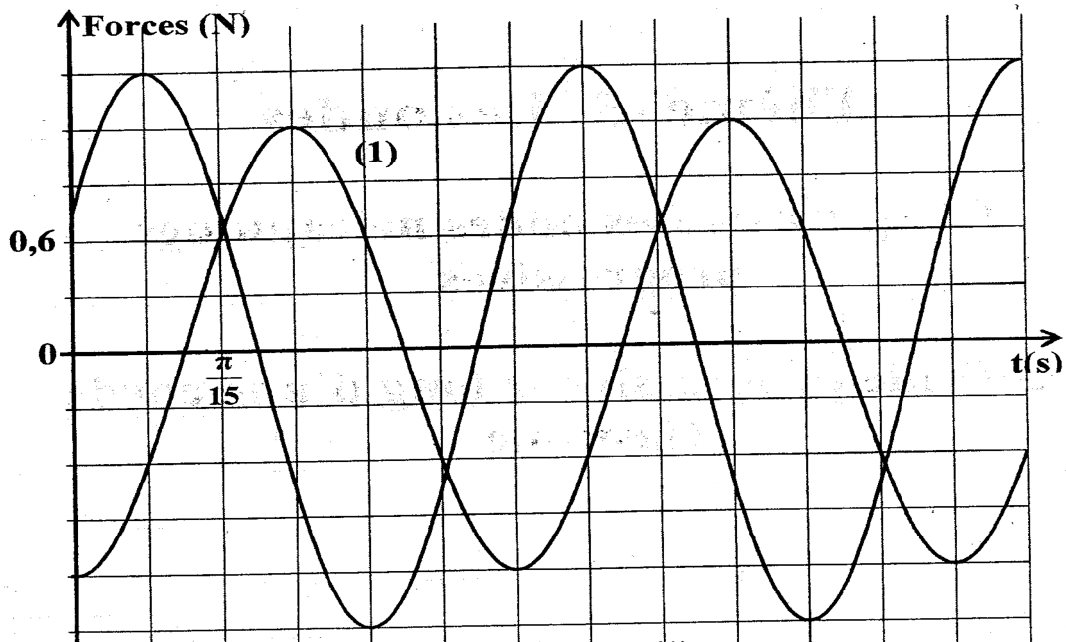
- a- Déterminer la pseudo-période  $T$  des oscillations.
- b- Calculer la perte d'énergie pendant la première pseudo-période d'oscillations

### Exercice n°2 (7,5 pts)

Un oscillateur horizontal est constitué d'un ressort (R) à spires non jointive, de raideur  $K$  et de masse négligeable, au quel est accroché un solide (S) de masse  $m$  et de centre d'inertie  $G$ . A l'équilibre  $G$  du solide (S) coïncide avec le point  $O$  qui sera pris comme origine du repère  $R(O, \vec{i})$ .

Le solide est soumis à une force de frottement de type visqueux  $\vec{f} = -h V\vec{i}$ , avec  $h$  est le coefficient de frottement visqueux, et une force excitatrice  $\vec{F} = F_m \sin(\omega t + \varphi)\vec{i}$

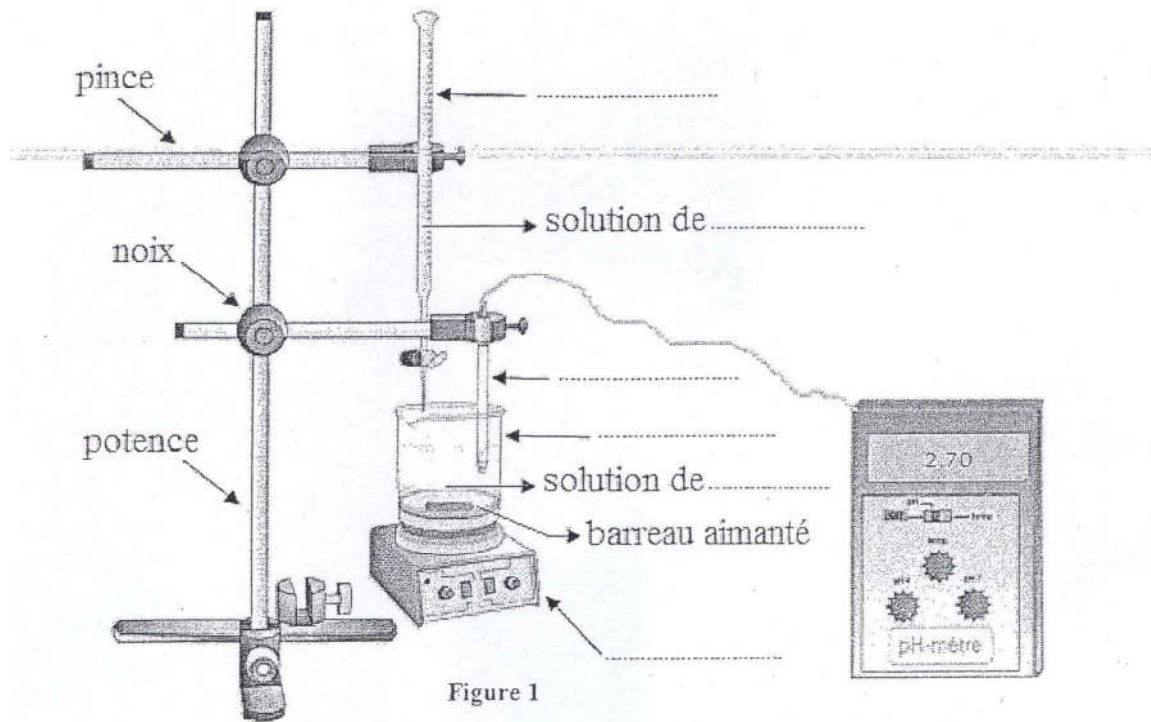
- 1) Etablir l'équation différentielle en  $x(t)$  relative au mouvement de (s) et préciser la nature des oscillations.
- 2) Le graphe de la figure suivante représente les variations des grandeurs algébriques de la forces excitatrice  $F(t)$  et de la tension  $T(t)$  du ressort au cours du temps.



- a- Montrer que la courbe (1) est celle de  $F(t)$
  - b- En exploitant le graphe, déterminer :  $\omega$ ,  $F_m$ ,  $T_m$ ,  $\varphi_F$  et  $\varphi_T$ .
  - c- Montrer que  $\varphi_F - \varphi_x = \frac{\pi}{3}$  rad
  - d- En déduire les expressions de  $F(t)$  et  $x(t)$  sachant que  $K = 30 \text{ N.m}^{-1}$ .
- 3) a- Faire la construction de Fresnel relative à l'équation différentielle de la question 1) à l'échelle 1N correspond à 5 cm.
  - b- Déterminer la masse  $m$  du solide (s) et le coefficient de frottement  $h$ .
- 4) a- Etablir l'expression de l'amplitude  $X_m$  en fonction de  $\omega$ ,  $m$ ,  $K$ ,  $h$  et  $F_m$ .
  - b- Déduire l'expression de la pulsation  $\omega_r$  à la résonance d'élongation et calculer sa valeur.
- 5) En utilisant l'analogie mécanique -électrique :
    - a- Faire le schéma du montage du circuit électrique analogue à l'oscillateur mécanique précédent.
    - b- Donner l'expression de la charge maximale  $Q_m$  du condensateur et la pulsation  $\omega_r$  correspondant à la valeur la plus élevée de  $Q_m$ .

Feuille annexe à remplir et à rendre avec la copie

Nom et prénom : .....



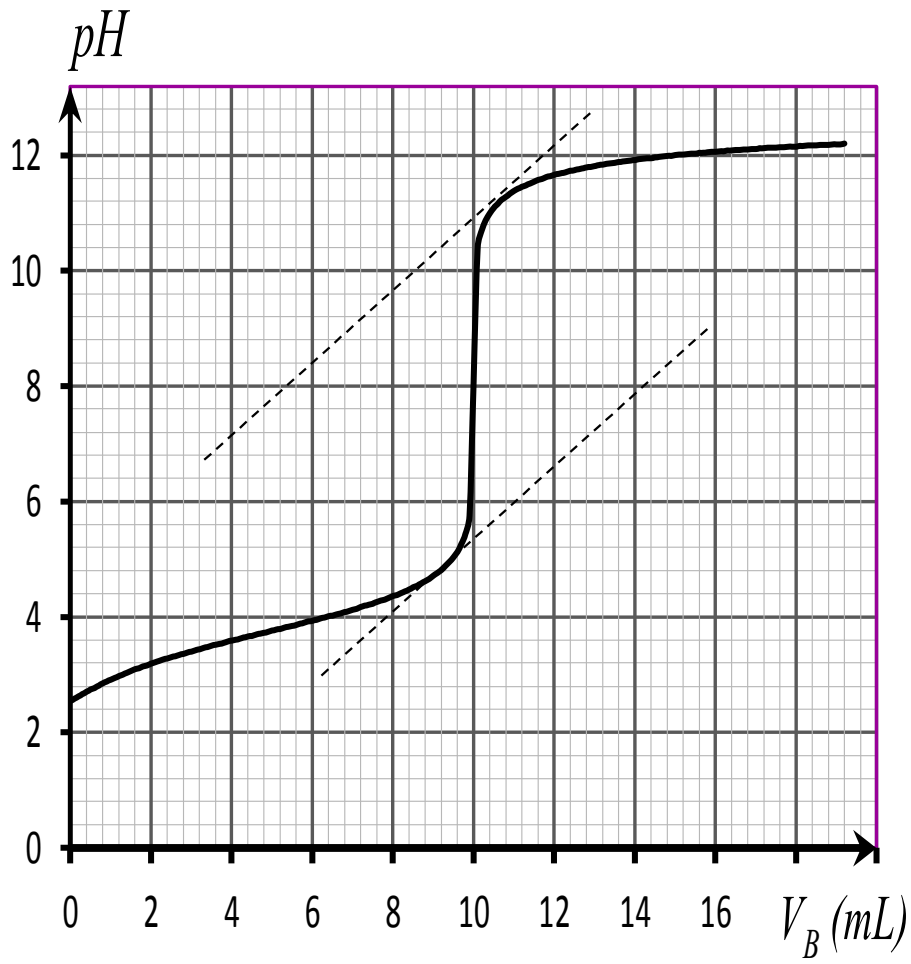


Figure 2