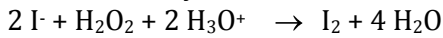


**Devoir de Sciences Physiques – 4 heures**

**Exercice 1: (4 points)**

On réalise l'oxydation des ions iodures I<sup>-</sup> par l'eau oxygénée H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en milieu acide selon la réaction totale :



Trois expériences sont réalisées suivant les différentes conditions expérimentales précisées dans le tableau :

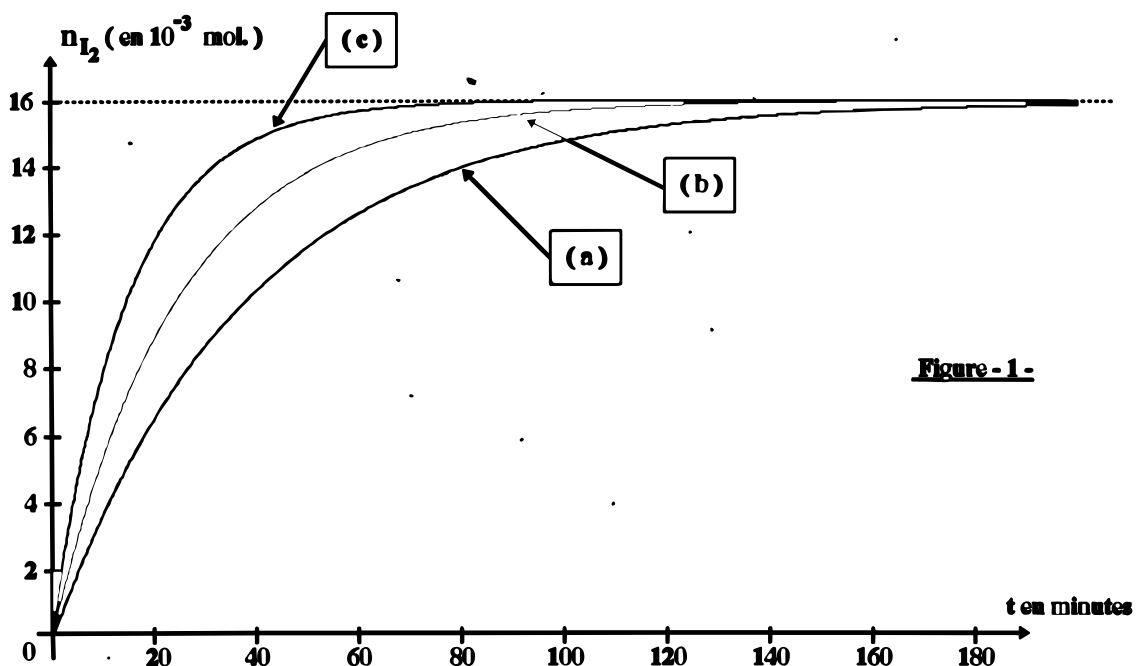
Numéro de l'expérience	(1)	(2)	(3)
Quantité de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> en 10 <sup>-3</sup> mol	x	x	x
Quantité de I <sup>-</sup> en 10 <sup>-3</sup> mol	40	80	80
Quantité initiale de H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	en excès	en excès	en excès
Température du milieu réactionnel en °C	20	40	20

A l'aide de moyens appropriés, on suit la variation du nombre de moles de diiode formé n<sub>I<sub>2</sub></sub> en fonction du temps au cours de chacune des trois expériences réalisées. Les résultats obtenus sont représentés par le graphe de la figure ci-dessous :

- 1) Dire, en le justifiant, si H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> joue le rôle de catalyseur ou de réactif dans chacune ces trois expériences.
- 2) Préciser, en le justifiant, la nature du réactif en défaut ; en déduire la valeur de x.
- 3)
  - a) Déterminer, à partir du graphe, la vitesse moyenne de la réaction entre les instants t<sub>1</sub> = 0 min et t<sub>2</sub> = 30 min à partir de chacune des trois courbes ( a ), ( b ) et ( c ).
  - b) Attribuer, en le justifiant, la case qui convient à chacune des lettres a, b et c dans le tableau suivant pour désigner la courbe correspondant à chacune des trois expériences :

Numéro de l'expérience	(1)	(2)	(3)
La courbe correspondante			

- 4) En se plaçant dans les conditions de l'expérience où la réaction est la plus rapide, déterminer la vitesse de la réaction à la date t<sub>3</sub> = 40 min.



**Figure - 1 -**

**Exercice 2: (4 points)**

Un détartrant pour cafetière vendu dans le commerce se présente sous la forme d'une poudre blanche, l'acide sulfamique, de formule :  $\text{H}_2\text{N} - \text{SO}_3\text{H}$ . On considérera cet acide comme un monoacide fort et on pourra le noter AH.

- 1) Rappeler ce qu'est un acide fort.
- 2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide sulfamique et l'eau.
- 3) On dissout :  $m = 1,50$  g de ce détartrant dans de l'eau distillée, à l'intérieur d'une fiole jaugée de 200 mL. On complète au trait de jauge et on homogénéise la solution  $S_a$  obtenue, dont la concentration molaire volumique en acide est notée  $C_a$ . On dose ensuite :  $V_a = 20,0$  mL de la solution  $S_a$  par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (ou soude) de concentration molaire volumique :  $C_b = 0,100$  mol.L<sup>-1</sup>. La mesure du pH au cours du dosage permet d'obtenir le tableau ci-dessous:

Vb (mL)	0	2	5	6	8	10	12	13	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	18
pH		1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2	2,2	2,5	2,7	3,2	10,9	11,3	11,6	11,7	11,9

- a) Faire un schéma annoté du montage nécessaire pour réaliser ce dosage puis représenter le graphe  $\text{pH}=f(V_b)$
  - b) Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage.
  - c) Donner la définition de l'équivalence d'un dosage.
  - d) Déterminer la valeur numérique de la concentration  $C_a$ . Quel est le pH pour  $V_b=0$  mL
  - e) En déduire la masse d'acide sulfamique contenue dans l'échantillon dosé.
  - f) Quel est le degré de pureté de la poudre commerciale ?
- 4) En séance de travaux pratiques, un élève obtient un pourcentage d'acide de 105 %. Il se dit qu'il a dû commettre des erreurs de manipulation :
- soit le détartrant n'a pas été totalement dissout lors de la préparation de la solution  $S_a$  ;
  - soit le trait de jauge de la pipette jaugée a été nettement dépassé lors du prélèvement des 20,0 mL de la solution  $S_a$ .
- a) Indiquer dans quel sens chacune de ces erreurs influencerait le résultat.
  - b) Si l'on admet qu'une seule de ces erreurs est cause de l'écart, laquelle n'a pu se produire ?

**Exercice 3: (4,5 points)**

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) de masse  $m$  pouvant coulisser, sans frottement, sur une tige horizontale (T). Le solide (S) est attaché à un ressort, à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur  $k$ . La position du centre d'inertie G de (S) est repérée par son abscisse  $x(t)$  sur un axe horizontal  $x'Ox$ . L'origine O des abscisses est confondue avec la position de G lorsque (S) est à l'équilibre. Ecarté de sa position d'équilibre, puis abandonné à l'instant de date  $t = 0$ s, le solide (S) se met à osciller de part et d'autre du point O. A un instant de date  $t$ , le système est représenté comme l'indique la **figure 1**.

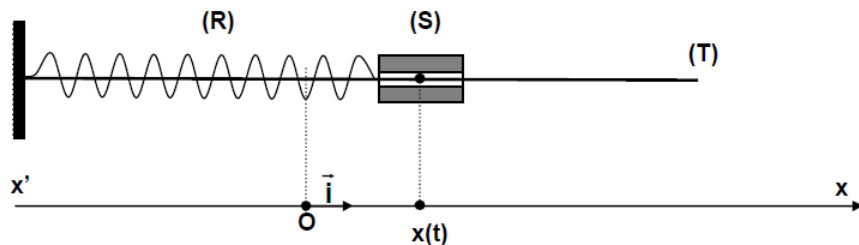
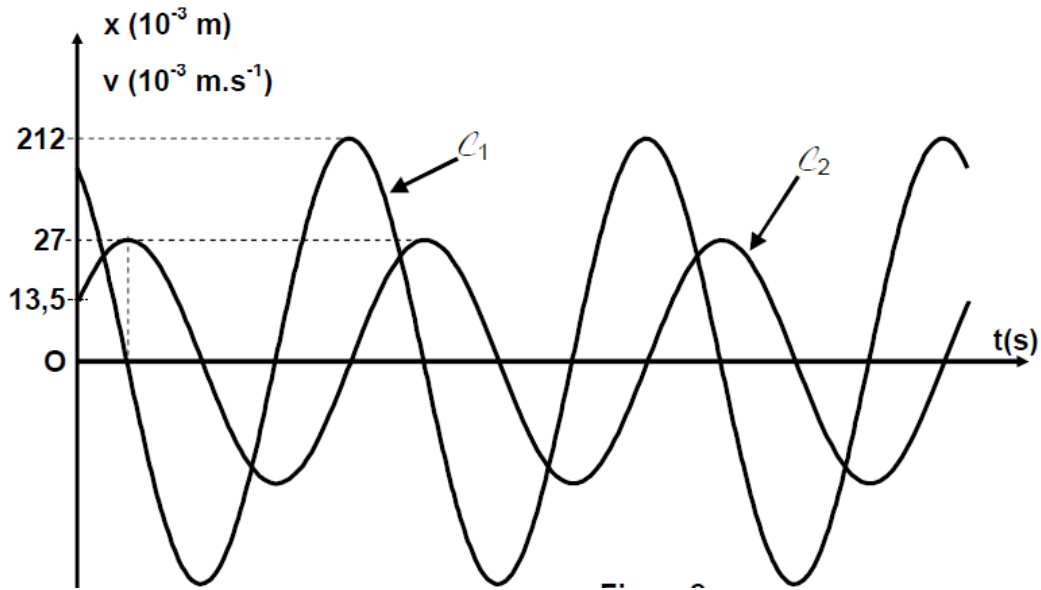
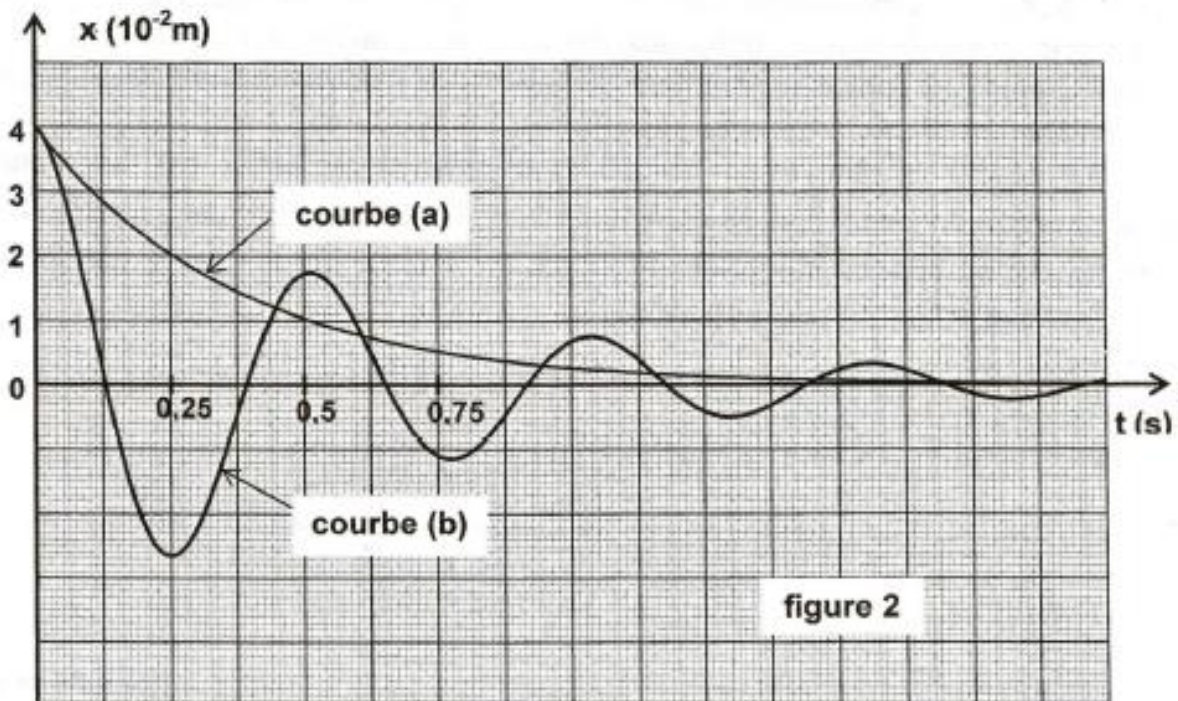


Figure 1

- 1) Représenter sur la figure les forces extérieures exercées sur (S) à l'instant de date  $t$ .
- 2) Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de l'abscisse  $x(t)$  du centre d'inertie G. En déduire la nature de son mouvement.
- 3) A l'aide d'un dispositif approprié, on enregistre l'évolution de l'abscisse  $x(t)$  et celle de la vitesse  $v(t)$  de G. On obtient les courbes  $C_1$  et  $C_2$  de la figure ci-dessous.



- a) Montrer que la courbe  $C_1$  correspond à  $v(t)$ .
  - b) A partir des courbes, déterminer les amplitudes respectives  $X_{\max}$  et  $V_{\max}$  de  $x(t)$  et de  $v(t)$ . En déduire la valeur de la pulsation propre  $\omega_0$ .
  - c) Déterminer la phase initiale  $\varphi_x$  de  $x(t)$ .
- 4) L'énergie totale  $E$  du système {ressort+solide} est constante,  $E = 3,645 \cdot 10^{-3}$  J.
- a) Donner l'expression de  $E$  en fonction de  $k$  et  $X_{\max}$ .
  - b) En déduire les valeurs de  $k$  et  $m$ .
- 5) Le solide (S) est maintenant soumis à une force de frottement visqueux  $\vec{f} = -h\vec{v}$  ou  $h$  est une constante positive et  $\vec{v}$  est le vecteur vitesse instantané de G. Un dispositif approprié permet d'obtenir les courbes (a) et (b) de la figure 2 traduisant l'évolution de l'élongation  $x(t)$  de G au cours du temps respectivement, pour  $h = h_1 = 4 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$  et  $h = h_2 = 12 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ .



- a) Etablir l'équation différentielle du mouvement.
- b) Parmi les deux courbes (a) et (b), indiquer celle qui correspond au régime pseudo-périodique. Justifier la réponse.
- c) Déterminer, à partir de cette courbe, la pseudo-période  $T$  des oscillations de  $G$ .
- d) Nommer le régime correspondant à l'autre courbe, sachant que le régime critique est obtenu pour  $h = h_3 = 8 \text{ kg.s}^{-1}$
- e) En justifiant la réponse, préciser, parmi les courbes (a) et (b) celle qui correspond au frottement visqueux le plus important.

**Exercice 4: (3 points)**

- 1) Une petite aiguille aimantée tournant librement autour d'un axe vertical est placée au centre  $O$  d'un long solénoïde comportant 100 spires par mètre également mobile autour d'un axe vertical passant par  $O$ . L'axe  $xx'$  du solénoïde est initialement perpendiculaire à l'aiguille aimantée. On fait passer un courant continu d'intensité  $I = 0,25 \text{ A}$  dans le solénoïde.
  - a) Déterminer le champ créé par le solénoïde.
  - b) Déterminer l'angle  $\alpha$  dont tourne l'aiguille aimantée.
  - c) Déterminer l'angle  $\beta$ , dont il faut faire tourner la bobine pour que l'aiguille aimantée tourne de  $90^\circ$ .
- 2) Un fil de cuivre (f) de longueur  $L = 314 \text{ m}$  est enroulé sous forme d'un solénoïde (S) de rayon  $r = 5 \text{ cm}$ .
  - a) Calculer le nombre  $N$  de spires que comporte le solénoïde (S).
  - b) Le fil (f) a un diamètre  $d = 0,5 \text{ mm}$  et les spires du solénoïde (S) sont jointives. Calculer la longueur  $L$  de ce solénoïde.
  - c) Le solénoïde (S), parcouru par un courant continu d'intensité  $I$ , est disposé de sorte que son axe ( $\Delta$ ) est horizontal. Une aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical et placée à l'intérieur du solénoïde (S), a une position d'équilibre indifférente. Déterminer la valeur de l'intensité  $I$ .

**Exercice 5: (4,5 points)**

Deux rails conducteurs AC et DE, parallèles et distants de  $L = 10 \text{ cm}$  sont disposés dans un plan horizontal. Une tige conductrice MN, de poids  $P = 0,087 \text{ N}$  glisse sans frottement sur les rails en restant perpendiculaire à ces derniers. Ce dispositif plonge dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ , vertical, de module  $B = 0,2 \text{ T}$  comme l'indique la figure 1.

- 1) On fait passer dans le circuit un courant d'intensité  $I_1 = 2 \text{ A}$ .
  - a) Sachant que la barre MN se déplace dans le sens de A vers C, déterminer le sens du courant en justifiant la réponse.
  - b) Enumérer les forces exercées sur la barre MN. Les représenter sur le schéma de la figure 1.
  - c) Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace exercée sur la barre.
- 2) Les deux rails sont maintenant inclinés d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale. Pour une autre intensité  $I'$  du courant, la barre MN se maintient en équilibre sur les rails. (voir figure 2).
  - a) Représenter sur la vue de gauche les forces qui s'exercent sur la barre à l'équilibre.
  - b) Exprimer  $F$  en fonction de  $P$  et  $\alpha$ .
  - c) Déterminer  $I'$ .
- 3) Les deux rails sont de nouveau dans un plan horizontal. La barre est reliée à un ressort (R) de constante de raideur  $K$  (voir figure 3). On fait varier l'intensité  $I$  du courant en utilisant le rhéostat et on mesure l'allongement  $x$  du ressort pour la même intensité  $B$ . On trace alors la courbe  $x = f(I)$ . (voir figure 4).
  - a) Déterminer l'équation de la droite  $x = f(I)$ .
  - b) Etablir l'expression de  $x$  en fonction de  $K$ ,  $L$ ,  $I$  et  $B$
  - c) Déduire  $K$ .

4) La tige MN est isolée du montage précédent, elle est maintenant mobile autour d'un axe horizontal passant par son extrémité M.

- La tige précédente (MN~L) est complètement plongée dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}_2$  perpendiculaire au plan de la figure.
- Lorsqu'un courant d'intensité  $I_2 = 1\text{A}$  traverse la tige MN, elle dévie d'un angle  $\theta = 10^\circ$ . Par rapport à la verticale (voir figure 5).

- a) Déterminer, en le justifiant, le sens du vecteur champ magnétique  $\vec{B}_2$
- b) Déterminer la valeur du vecteur  $\vec{B}_2$
- c) Déterminer la valeur de la réaction  $\vec{B}$  de l'axe de rotation passant par M.

