

A.S :17/18	<b><u>DEVOIR DE SYNTHESE N°1</u></b> (sciences physiques)	Niv :4 <sup>eme</sup> S
Le 25/01/18		Pr :Timoumi.M

✓ ⌚ 3h

- ✓ Le sujet comporte deux exercices de chimie et trois exercices de physique répartis sur 5 pages.
- ✓ La clarté et la présentation constitueront un élément important de l'appréciation des copies.
- ✓ L'usage du téléphone est interdit.

**CHIMIE : (9PTS)**

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle  $K_e = 10^{-14}$

**Exercice N°1 : (5pts)**

1) a) Reproduire puis compléter le tableau suivant :

Couple acide/base	Grandeurs caractéristiques	
$HNO_2 / \dots\dots\dots$	$K_{a1} = 6,31 \cdot 10^{-4}$	$pK_{b1} = \dots\dots\dots$
$\dots\dots\dots / HCOO^-$	$K_{b2} = \dots\dots\dots$	$pK_{a2} = 3,8$

- b) Comparer la force des deux acides et la force des deux bases figurant dans le tableau. Justifier la réponse.
- 2) On prépare une solution (S) de volume  $V = 500 \text{ mL}$  en dissolvant dans l'eau  $n_0 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$  d'acide nitreux  $HNO_2$  et  $n_0 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$  d'ion méthanoate  $HCOO^-$ .
- a) Calculer les concentrations molaires initiales de  $HNO_2$  et  $HCOO^-$  dans le mélange.
  - b) Écrire l'équation chimique de la réaction limitée entre  $HNO_2$  et  $HCOO^-$ .
  - c) Déterminer la valeur de la constante d'équilibre  $K$  de cette réaction.
  - d) Dresser le tableau d'avancement volumique relatif à la réaction entre  $HNO_2$  et  $HCOO^-$ .
  - e) Déterminer la valeur de l'avancement volumique final  $y_f$  de la réaction. En déduire la composition, en  $\text{mol.L}^{-1}$ , du système à l'équilibre dynamique.
- 3) On considère une solution aqueuse  $S'$  de  $HCOO^-$  de concentration  $C = 0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ . La molarité des ions hydroxydes dans  $S'$  est  $[OH^-] = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$
- a) Écrire l'équation d'ionisation de  $HCOO^-$  dans l'eau.
  - b) Montrer que le taux d'avancement final de cette réaction est  $\tau_f = \frac{[OH^-]}{C}$ . Calculer sa valeur. Que peut-on conclure ?
  - c) On fait diluer dix fois un volume  $V$  de la solution  $S'$  on obtient une solution  $S''$  de volume  $V' = 10V$ . Calculer la molarité des ions  $[OH^-]$  dans  $S''$ .
  - d) Quel est alors l'effet de la dilution sur l'ionisation de  $HCOO^-$  dans l'eau ? Ce résultat est-il prévisible par la loi de modération ? Expliquer.

### Exercice N°2 :(4 pts)

La réaction de dissociation de l'ammoniac ( $NH_3$ ) est modélisée par l'équation :



Al' instant  $t=0$ , on introduit, dans une enceinte de volume  $V$ ,  $n_0 = 2.10^{-2}mol$  d'ammoniac  $NH_3$ .

- 1) A une température  $\theta_1$ , il s'établit un équilibre chimique  $E_1$  aracterisé par un taux d'avancement final  $\tau_{f1} = 0,6$ .
  - a) Déterminer l'avancement final  $x_{f1}$  de la réaction de dissociation de l'ammoniac.
  - b) Déduire la composition du mélange à cet équilibre.
- 2) Le système précédent à l'état d'équilibre  $E_1$  est amené à une température  $\theta_2 < \theta_1$ , un deuxième état d'équilibre  $E_2$  est établi tel que le nombre de mole total de gaz est  $n_2 = 2,8.10^{-2}mol$ 
  - a) Déterminer le taux d'avancement final  $\tau_{f2}$  lorsque l'état d'équilibre  $E_2$  s'établit.
  - b) Préciser le sens suivant lequel a évolué le système en passant de l'état  $E_1$  à l'état  $E_2$ .
  - c) En déduire le caractère énergétique (*exothermique* ou *endothermique*) de la réaction de synthèse de l'ammoniac.
  - d) Quel est l'effet d'augmentation de pression sur cet équilibre ?

### PHYSIQUE : (11 PTS)

#### Exercice N°1 :(5pts)

Une portion d'un circuit est formée d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r = 10\Omega$ , d'un condensateur de capacité  $C$  et d'un résistor  $R$  montés en séries .Un générateur basse fréquence (*GBF*) impose aux bornes de cette portion de circuit une tension alternative sinusoïdale  $U(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence  $N$  réglable et d'amplitude  $U_m = 10V$  constante. L'intensité du courant qui traverse le circuit est tel que :  $I(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \frac{\pi}{4})$

- 1)
  - a) Représenter le circuit électrique et faire les connexions à l'oscilloscope permettant de visualiser la tension aux bornes du condensateur  $U_C(t)$  de sur la voie  $Y_2$  et la tension aux bornes du résistor  $U_R(t)$  sur la voie  $Y_1$ .
  - b) Attribuer, en justifiant, les deux courbes de l'oscillogramme (*figure-1- page 5/5 à rendre avec la copie*) aux tensions visualisées.
  - c) Déduire  $U_{cm}$
- 2)
  - a) Montrer que l'équation différentielle en  $q(t)$  s'écrit sous la forme :

$$\frac{q(t)}{C} + (R + r) \frac{dq(t)}{dt} + L \frac{d^2q(t)}{dt^2} = U(t)$$

b) Réaliser, à l'échelle  $1cm \rightarrow 2V$ , la construction de Fresnel (*figure-2- page 5/5 à rendre avec la copie*)

c) Montrer que l'amplitude de la charge aux borne du condensateur s'écrit sous la forme :

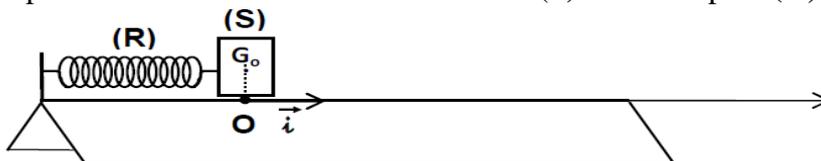
$$Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R_0\omega)^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2}} \quad \text{avec } R_0 = R + r$$

- 3) Al' aide d'un dispositif approprié on suit l'évolution de  $Q_m$  et  $I_m$  en fonction de la fréquence  $N$ . on obtient les courbes de *la figure -3-(page 5/5 a rendre avec la copie)*.

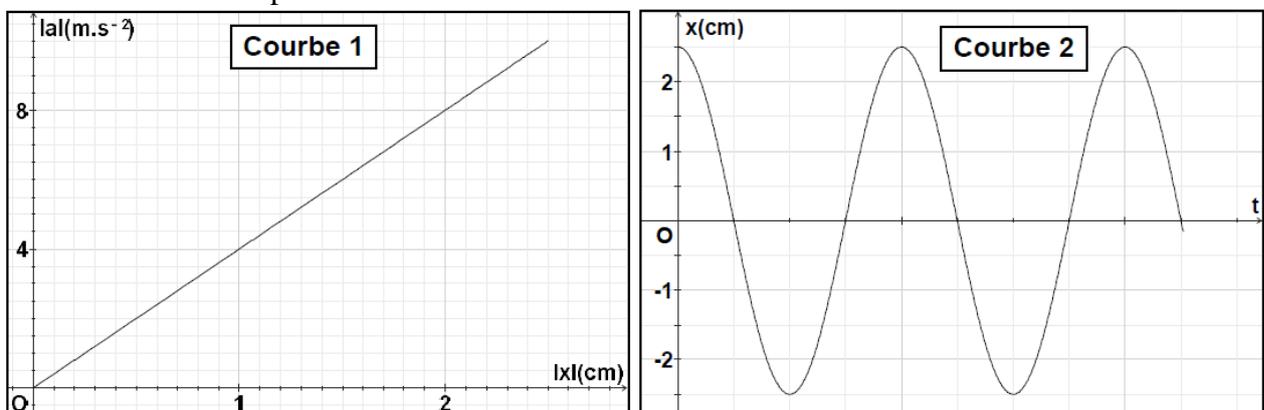
- a) Pour une valeur  $N_r$  de  $N$  l'amplitude  $Q_m$  passe par une valeur maximale. Nommer ce phénomène et montrer que  $N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{R^2}{8\pi^2 L^2}}$
- b) Justifier que la courbe  $C_1$  correspond à  $I_m = f(N)$ .
- c) En exploitant les courbes déterminer les valeurs de  $R, L$  et de  $C$
- d) Pour une valeur limite  $R_l$  de  $R$  la résonance de charge ne se manifeste plus. Déterminer l'expression de  $R_l$ . Calculer sa valeur.
- e) Représenter sur le même graphe sans soucis d'échelle l'allure de  $C_1$  et  $C_2$  pour une valeur  $R'$  tel que  $R < R' < R_l$ .
- 4) Pour  $N = 270 \text{ Hz}$  :
- a) Montrer que le circuit est le siège d'un phénomène dont on précisera son nom.
- b) Calculer le facteur de puissance. En déduire la puissance moyenne consommée par le circuit.
- c) Montrer que le coefficient de surtension  $Q = \frac{1}{R_0} \sqrt{\frac{L}{C}}$ . Calculer sa valeur. Conclure

### Exercice N°2 : (4pts)

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) de masse  $m$  et d'un ressort (R) de raideur  $k = 40 \text{ N.m}^{-1}$  et de masse négligeable devant celle de (S). Le solide (S), libre de se mouvoir sur un banc à coussin d'air horizontal, est écarté de sa position de repos dans la direction d'un axe  $(O, \vec{i})$  parallèle au banc, puis libéré sans vitesse initiale à un instant  $t_0$  qui sera pris comme origine des temps ( $t_0 = 0 \text{ s}$ ). Pour étudier les oscillations du pendule, on repère au cours du temps, la position du centre d'inertie G du solide (S) dans le repère  $(O, \vec{i})$



- 1) a) En désignant par  $X$  l'abscisse de  $G$  et par  $v$ , sa vitesse à un instant  $t$  donné, exprimer l'énergie mécanique  $E$  du pendule élastique en fonction de  $m, k, v$  et  $x$ .
- b) En admettant que  $E$  reste constante au cours des oscillations, établir en  $x$ , l'équation différentielle des oscillations de  $G$ .
- 2) Un système approprié d'acquisition des données permet d'obtenir les courbes 1 et 2 de la figure ci-dessous : La courbe 1 traduit l'évolution de la valeur absolue de l'accélération  $a$  de  $G$  en fonction de la valeur absolue de son élongation  $x$  ; la courbe 2 représente l'évolution de  $x$  au cours du temps  $t$ .



- a) Montrer que la forme droite de la courbe 1 vérifie l'équation différentielle établie dans 1.b.
- b) En déduire la valeur de :
- La pulsation des oscillations,

- La masse **m** du solide (**S**).
- 3) Déterminer :
- Les expressions de **x (t)** et de **v (t)**,
  - Le sens dans lequel le solide (**S**) a été écarté initialement.

**Exercice N°3 : (2 pts)      Étude d'un document scientifique**  
**L'analogie électromécanique**

L'analogie électromécanique est une apparence de similitude entre les grandeurs électriques et mécaniques induite par l'observation des oscillateurs en électricité et en mécanique et par la grande ressemblance entre les équations décrivant l'évolution de ces deux types de systèmes.

Il est relativement simple de concevoir un circuit électrique pour lequel on peut ajuster les valeurs de **L, R et C**. Il est en revanche plus compliqué d'étudier un système mécanique en faisant varier les valeurs de **m, h et k** : à chaque essai, il faudrait faire varier l'objet sollicité (la masse), le couple de matériaux de l'amortisseur (coefficient de frottement) et le ressort (raideur). On peut donc concevoir un circuit RLC avec des composants à caractéristiques variables, obéissant à une équation différentielle similaire au système mécanique.

L'analogie électromécanique est également intéressante pour l'étude des cristaux piézoélectriques. En effet, un cristal peut vibrer, et cette vibration mécanique peut se représenter par un système masse-ressort. Et le cristal est également un composant électrique dont le comportement peut se représenter par un circuit RLC. On peut donc représenter le comportement électro-mécanique du cristal par deux circuits RLC : l'un représentant effectivement le comportement électrique, l'autre le comportement mécanique. Cela permet d'étudier le couplage entre les deux effets, par exemple :

*D'après : wikipédia*

**Questions :**

- 1) Définir le terme analogie électromécanique?
- 2) a) Expliquer pourquoi on a souvent recours à faire des analogies électromécaniques  
b) faire l'analogie entre les grandeurs soulignées dans le texte.
- 3) Citer un exemple où l'analogie électromécanique est indispensable.

*b.courage .....✍*

Nom : .....

Prénom : .....

Réglage de l'oscilloscope :

– Balayage vertical :

Voie  $Y_1$  :  $2,0 \text{ V.div}^{-1}$  ; Voie  $Y_2$  :  $5,4 \text{ V.div}^{-1}$

– Balayage horizontal :  $\frac{\pi}{\sqrt{12}} \text{ ms.div}^{-1}$

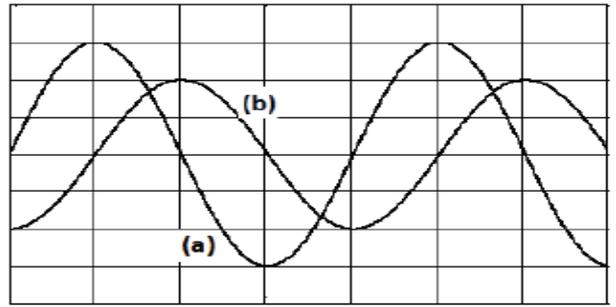


Figure (1)

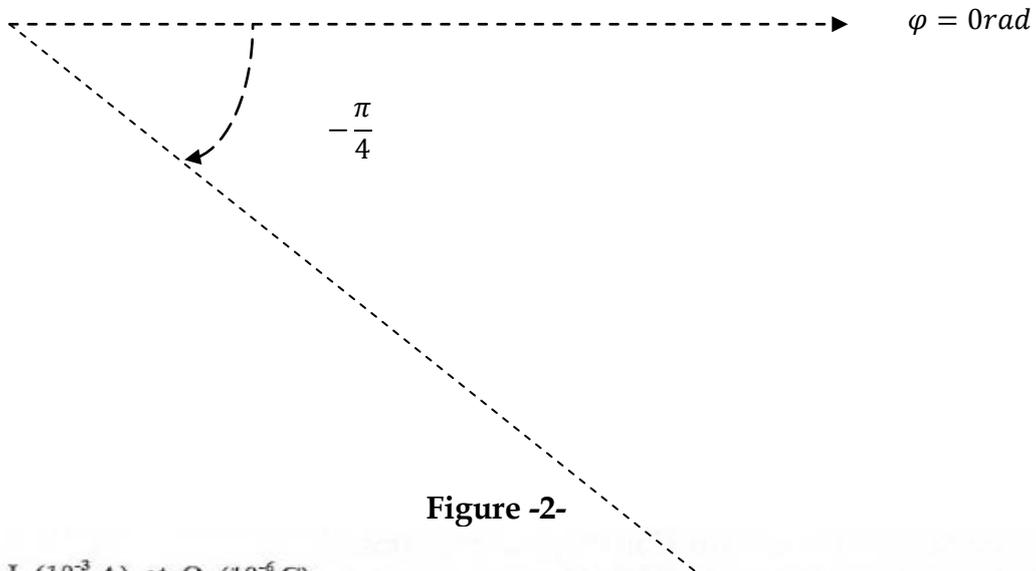


Figure -2-

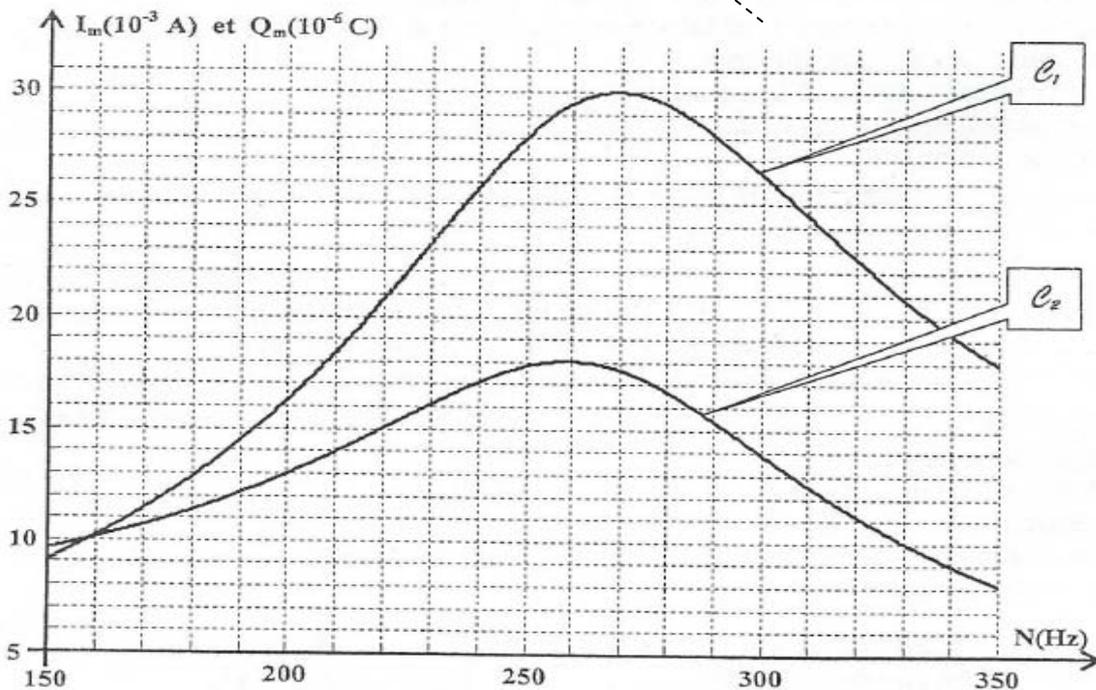


Figure-3-



