

## TD SE3 L'oscillateur harmonique

### Exercice 1. Oscillations entre deux condensateurs.

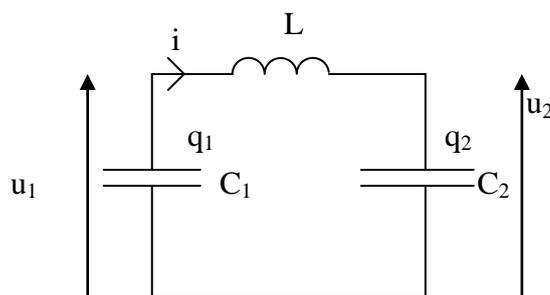
A  $t = 0$ , un condensateur de capacité  $C_1$  et de charge initiale  $Q_0$  est connecté à un groupement série  $LC_2$ .

Le condensateur de capacité  $C_2$  est initialement déchargé.

On suppose  $C_1 = C_2 = C$  et on note  $q_1(t)$ ,  $q_2(t)$  les charges des condensateurs sous les tensions  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$ . Le sens positif du courant est indiqué sur la figure.

On pose :  $\omega_0 = \sqrt{\frac{2}{LC}}$

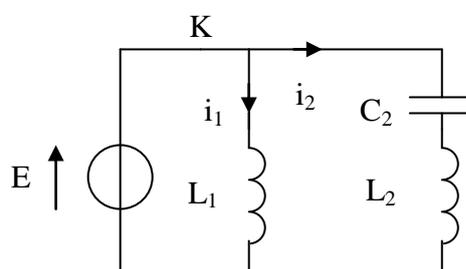
Etablir les expressions de  $u_1(t)$  et  $i(t)$ , puis représenter l'allure des graphes correspondants.



### Exercice 2. Circuit oscillant.

A  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur K. Le condensateur est initialement déchargé, et K est ouvert depuis longtemps.

Déterminer les courants dans les différentes branches.



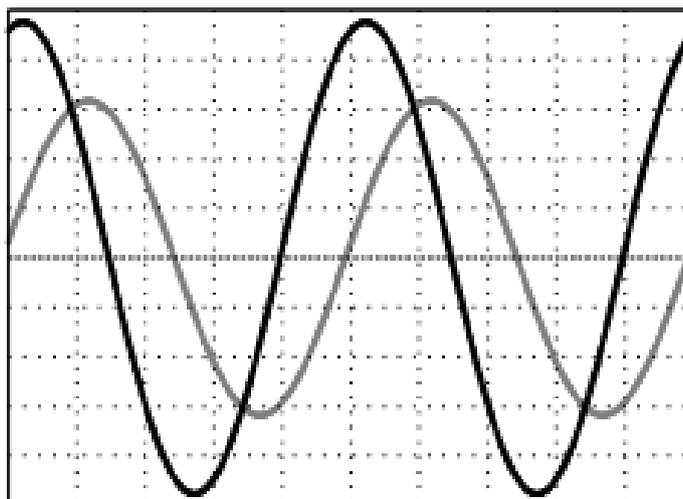
### Exercice n°3. Vibration d'un diapason

Un diapason vibre à la fréquence du La4 soit  $f = 440$  Hz. On mesure sur une photo l'amplitude du mouvement de l'extrémité des branches  $A = 0,5$  mm. Quelle est la vitesse maximale de l'extrémité du diapason ? Quelle est l'accélération maximale de ce point ?

### Exercice n°4. Détermination d'un déphasage

La figure représente un écran d'oscilloscope avec deux signaux sinusoïdaux de même fréquence  $s_1(t)$  (en noir) et  $s_2(t)$  (en gris). La ligne en tireté représente le niveau zéro pour les deux signaux. Une division de l'axe des temps correspond à 20 ms.

1. Déterminer la fréquence des signaux.
2. Calculer le déphasage de  $s_2$  par rapport à  $s_1$ .



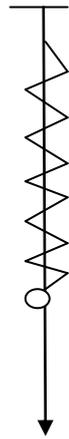
### Exercice n°5. Ressort vertical

On considère un ressort vertical au bout duquel on suspend une masse  $m$ .  
Le ressort est de raideur  $k$ , de longueur à vide  $l_0$ .

1.) A  $t = 0$ , on lâche la masse sans vitesse initiale d'une position  $l_m > l_{eq}$ .

Trouver l'équation différentielle vérifiée par  $x(t)$ , où  $x$  est l'allongement du ressort par rapport à la position d'équilibre (c'est-à-dire  $x = l - l_{eq}$ ), puis la résoudre, en donnant la forme de la solution  $x(t)$  et en déterminant les constantes.

2.) Donner ensuite la solution dans le cas d'une vitesse initiale non nulle  $v_0$  vers le bas, en partant de la position d'équilibre.



### Exercice n°6. Vibration d'une molécule

La fréquence de vibration de la molécule de chlorure d'hydrogène  $HCl$  est  $f = 8,5 \cdot 10^{13}$  Hz.  
On donne les masses atomiques molaires :  $M_H = 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $M_{Cl} = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , ainsi que le nombre d'Avogadro :  $\mathcal{N}_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

On modélise la molécule par un atome d'hydrogène mobile relié à un atome de chlore fixe par un « ressort » de raideur  $k$ .

1. Justifier l'hypothèse d'un atome de chlore fixe.
2. Calculer  $k$ .
3. On admet que l'énergie mécanique de la molécule est égale à  $\frac{1}{2}hf$  où  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  est la constante de Planck. Calculer l'amplitude du mouvement de l'atome d'hydrogène.
4. Calculer sa vitesse maximale.