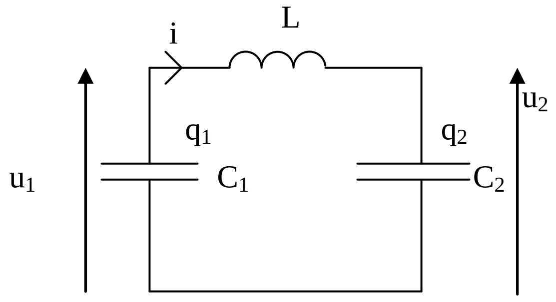
TD SE3 L'oscillateur harmonique

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 bobine L et condensateur C_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.



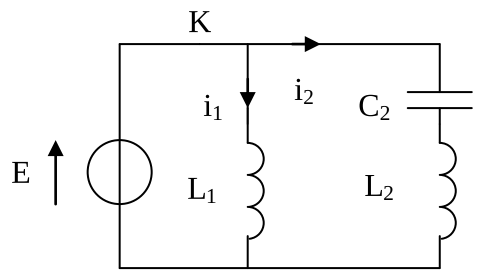
On pose : $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{2}{LC}}$

Déterminer l'équation différentielle portant sur $u_1(t)$. En déduire l'expression de $u_1(t)$ puis celle de $i(t)$, 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.

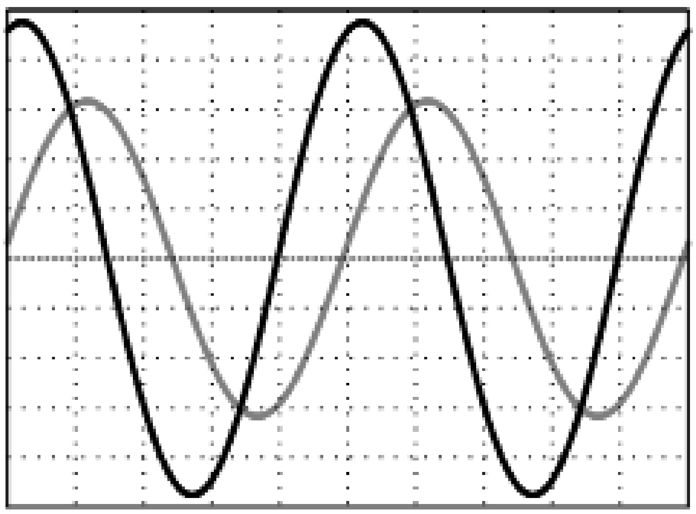


Exercice n°3. Vibration d'un diapason

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 ?

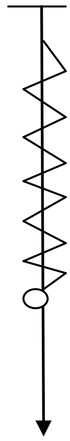
Exercice n°4. Détermination d'un déphasage

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. Caculer 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 $f = 8{,}5.10^{13}$ Hz. On donne les masse atomiques molaires : $M_H = 1$ g·mol^{-1} et $M_{Cl} = 35{,}5$ g·mol^{-1}, ainsi que le nombre d'Avogadro : $\mathcal{N}_A = 6{,}02.10^{23}$ 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 $h = 6{,}63.10^{-34}$ J·s est la constante de Planck. Calculer l'amplitude du mouvement de l'atome d'hydrogène.

4. Calculer sa vitesse maximale.