



Thème I. Ondes et signaux

TD n°5&6 Oscillateurs libres

I Oscillateurs harmoniques

Exercice n°1 Étude énergétique d'un oscillateur harmonique

Un ressort horizontal, modélisé par un oscillateur harmonique horizontal, a une fréquence angulaire ω et une amplitude A . Il est lâché sans vitesse initiale.

- Q1. Quelle est la valeur absolue du déplacement et de la vitesse quand l'énergie cinétique est égale à l'énergie potentielle élastique ?
- Q2. Combien de fois cela se produit-il par cycle ? Quelle est la durée entre deux réalisations ?
- Q3. Quelle fraction de l'énergie totale est sous forme d'énergie cinétique lorsque le déplacement vaut $\frac{A}{2}$?

Exercice n°2 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 de ce point ?

Exercice n°3 Oscillations dans un cristal

Dans un cristal, un atome de masse 1.10^{-26} kg effectue des oscillations harmoniques autour de sa position d'équilibre. La fréquence est égale à $f_0 = 1,0.10^{12}$ Hz et l'amplitude à $X_m = 0,05$ nm. Déterminer :

- Q1. La norme de la vitesse maximale.
- Q2. Son énergie mécanique.
- Q3. La norme de son accélération maximale
- Q4. La constante de rappel du ressort modélisant les oscillations.

Exercice n°4 Nid de poule

Une voiture ayant une masse de 1,30 tonne est assemblée de façon telle que son châssis s'appuie sur 4 ressorts de suspension. La constante de raideur de chaque ressort est $2,00.10^4$ kg \cdot s $^{-2}$.

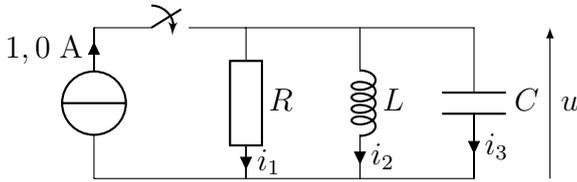
Deux personnes assises dans la voiture ont une masse totale de 160 kg.

Déterminer la fréquence de vibration de la voiture après son passage sur un nid-de-poule.

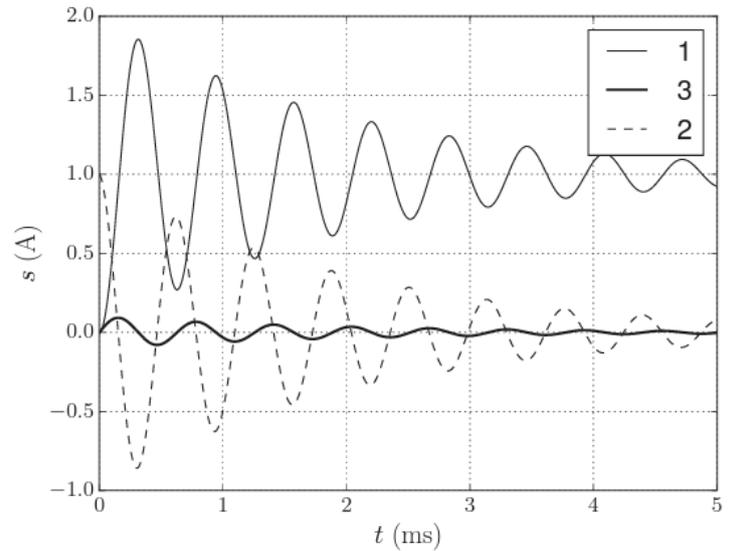
II Oscillateurs amortis

Exercice n°5 RLC parallèle

On dispose du circuit RLC parallèle ci-dessous. Le condensateur de capacité C est déchargé pour $t < 0$. À $t = 0$ on ferme l'interrupteur, alimentant ainsi le circuit par un échelon de courant d'intensité $I = 1,0$ A. On donne $R = 1,0 \cdot 10^4 \Omega$ et $L = 0,10$ H.



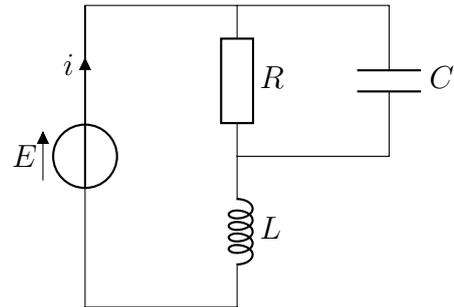
La figure ci-contre représente l'évolution des trois courants i_1 , i_2 et i_3 en fonction du temps, mais un esprit farceur a mélangé les légendes.



- Q1. En justifiant soigneusement les raisonnements menés, associer les trois courbes 1, 2, 3 aux différents courants.
Q2. Établir l'équation différentielle satisfaite par i_2 .
Q3. À partir des graphes des intensités, estimer la valeur de la capacité C du condensateur.

Exercice n°6 Un autre RLC

Considérons le circuit représenté ci-contre, où le condensateur est initialement déchargé. Le générateur fournit un échelon de tension, en passant de 0 à E à $t = 0$.



- Q1. Établir l'équation différentielle vérifiée par le courant i .
Q2. L'écrire sous forme canonique en introduisant deux grandeurs ω_0 et Q que l'on interprétera.
Q3. Expliquer qualitativement l'expression du facteur de qualité.
Q4. Donner la valeur du courant i et de sa dérivée à l'instant initial.
Q5. En supposant $Q = 2$, déterminer l'expression de $i(t)$ et tracer son allure.

Exercice n°7 Analyse d'un relevé expérimental

La courbe ci-contre représente le courant mesuré dans un circuit formé d'une bobine et d'un condensateur montés en série avec un générateur imposant un échelon de tension. On admet que la bobine est très bien décrite par une bobine idéale, mais pas le générateur. Analyser la courbe pour déterminer la hauteur E de l'échelon de tension, l'inductance L et la capacité C .

