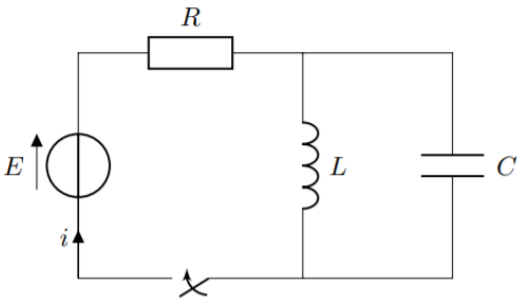
Feuille de physique numéro 5 **PCSI2** **2024-2025**
Oscillateur harmonique amorti en électrocinétique

Exercice 1 : Circuit R et L//C.

On considère un circuit électrique constitué d'un générateur de tension continue idéal de fem E, d'une bobine idéale d'inductance L, d'un condensateur idéal de capacité C, d'un interrupteur et d'un conducteur ohmique de résistance R disposés comme sur le schéma ci contre. L'interrupteur est ouvert depuis suffisamment longtemps pour qu'un régime stationnaire soit installé pour les instants t<0. A l'instant initial t=0, on ferme l'interrupteur. On note alors i(t) le courant délivré par le générateur.



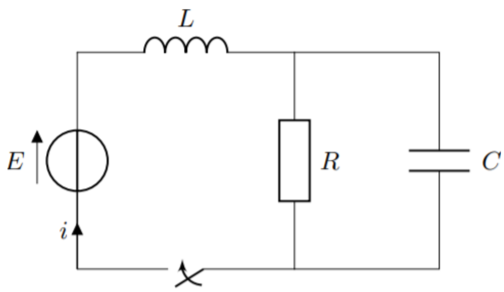
1. Introduire sur le schéma les valeurs de tension et d'intensité nécessaire à son étude.
2. Etablir les expressions de ces grandeurs en $t=0^-$.
3. Etablir les expressions prises par ces grandeurs en $t=0^+$.
4. Etablir les expressions prises par ces grandeurs en $t\rightarrow+\infty$.
5. Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant dans la bobine sur l'intervalle $[0,+\infty]$ et la mettre sous forme canonique.

On se place dans le cas où le facteur de qualité Q est égal à 0,1.

6. Etablir l'expression de l'intensité dans la bobine et en faire une représentation graphique.
7. Etablir l'expression de la tension aux bornes de la bobine et en faire une représentation graphique.

Exercice 2 : Circuit L et R//C.

On considère un circuit électrique constitué d'un générateur de tension continue idéal de fem E, d'une bobine idéale d'inductance L, d'un condensateur idéal de capacité C, d'un interrupteur et d'un conducteur ohmique de résistance R disposés comme sur le schéma ci contre. L'interrupteur est ouvert depuis suffisamment longtemps pour qu'un régime stationnaire soit installé pour les instants t<0. A l'instant initial t=0, on ferme l'interrupteur. On note alors i(t) le courant délivré par le générateur.

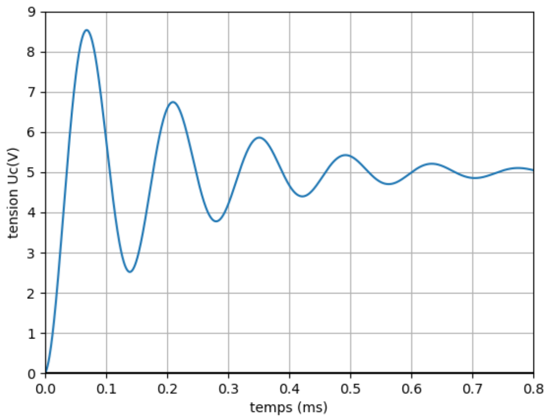


1. Introduire sur le schéma les valeurs de tension et d'intensité nécessaire à son étude.
2. Etablir les expressions de ces grandeurs en $t=0^-$.
3. Etablir les expressions prises par ces grandeurs en $t=0^+$.
4. Etablir les expressions prises par ces grandeurs en $t\rightarrow+\infty$.
5. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur sur l'intervalle $[0,+\infty]$ et la mettre sous forme canonique.
6. Indiquer à quelle condition on observe un régime pseudopériodique, et donner l'expression générale des solutions à l'équation différentielle dans ce cas.
7. Déterminer l'expression $u_C(t)$ la tension aux bornes du condensateur.

On appelle décrément logarithmique, notée δ, la grandeur : $\delta = \frac{1}{N}\ln\left(\frac{u_C(t)-u_C(t\rightarrow\infty)}{u_C(t+NT)-u_C(t\rightarrow\infty)}\right)$

Avec N un entier positif et T la pseudopériode du signal.

8. Vérifier que cette grandeur est constante et exprimable en fonction du facteur de qualité Q.

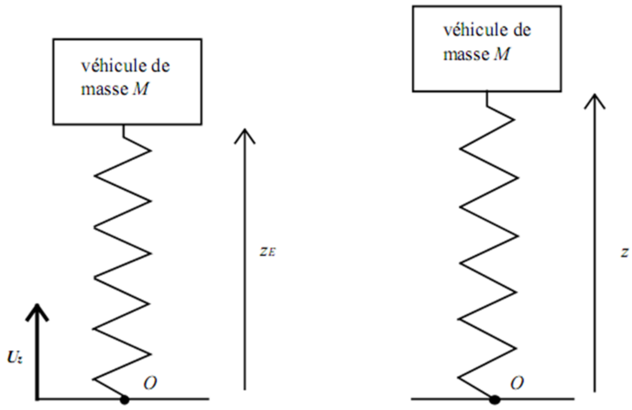


9. Pour la courbe proposée, déterminer le facteur de qualité par exploitation de la définition de δ. Déterminer la pseudo-période, ainsi que la pseudo-pulsation.

Exercice 3 : suspension d'une automobile.

On étudie la suspension d'un véhicule de masse m = $1{,}0.10^3$ kg. On modélise cette suspension par un ressort de raideur k, de longueur à vide ℓ_0, et un système amortisseur non représenté. On repère la position verticale du véhicule par rapport au sol par la variable z.

L'amortisseur crée une force de frottement visqueux de la forme $\vec{F} = -\alpha\vec{v}$ où $\vec{v}$ est la vitesse verticale du véhicule et $\alpha = 4{,}0.10^3$ $N.m^{-1}.s$. On note g = 9,81 $m.s^{-2}$ l'accélération de la pesanteur.



véhicule à l'équilibre véhicule en mouvement vertical

1. Déterminer la valeur z_E de z lorsque le véhicule est immobile.

On appuie sur le véhicule et on l'immobilise à une hauteur $z_0 < z_E$. On le lâche alors sans vitesse initiale. On considère que le véhicule est en mouvement vertical.

2. Établir l'équation différentielle vérifiée par *z*.
3. Montrer, en posant $S = z - z_E$, que l'équation du mouvement devient : $\frac{d^2S}{dt^2}(t)+\frac{\alpha}{m}\frac{dS}{dt}(t)+\frac{k}{m}S(t)=0$
4. Sans aucun calcul, nommer et représenter l'allure des différents régimes envisageables.
5. Exprimer littéralement puis évaluer numériquement la raideur k du ressort pour que le régime d'amortissement soit critique.

Le véhicule est maintenant occupé par quatre passagers de masse totale m = 300 kg.

6. Montrer que le régime d'amortissement est pseudopériodique. Exprimer littéralement puis évaluer numériquement la pseudopériode (notée T_{pp}) des oscillations.