

TD 2 : Oscillations amorties

(I) Mesure de la viscosité d'un fluide

On considère une bille de masse m suspendue à l'extrémité d'un ressort de raideur k . La masse est continûment plongée dans un liquide de viscosité η . On écarte légèrement la bille de sa position d'équilibre et on observe qu'elle effectue des oscillations amorties. On suppose la force de frottement subie par la masse de type frottement visqueux selon la loi : $\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$, où r est le rayon de la bille et $\vec{v}$ est sa vitesse.

1. Déterminer un protocole pour mesurer la viscosité du fluide.
2. Application numérique : calculer η . On donne : $m \simeq 100$ g, $r \simeq 20$ cm. On mesure la période des oscillations amorties, $T \simeq 1,5$ s. On mesure également la période des oscillations de la bille suspendue dans l'air cette fois, $T_0 \simeq 0,28$ s.
3. Quel est le facteur de qualité des oscillations amorties ?

(II) Transitoires dans un circuit RLC parallèle

On considère le circuit ci-dessous, figure 1. Le condensateur est initialement déchargé et le courant traversant la bobine est initialement nul. A $t=0$ on ferme l'interrupteur. On posera :

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \quad \lambda = \frac{R+r}{2RrC}.$$

1. Déterminer les valeurs de i_1 , i_2 et i_3 immédiatement après la fermeture de l'interrupteur.
2. De même, déterminer les valeurs de i_1 , i_2 et i_3 après un temps très long ($t \rightarrow +\infty$).
3. Ecrire l'équation différentielle pour l'intensité i_3 traversant la résistance r .
4. A quelle condition le régime est-il pseudo-périodique ? Rappeler le sens physique de ω_0 et de λ .
5. On suppose cette condition remplie. Calculer alors la pseudo-pulsation ω . Comparer numériquement ω et ω_0 . On donne : $R = 2.5$ k Ω , $r = 1.25$ k Ω , $C = 1\mu$ F et $L = 20$ mH.

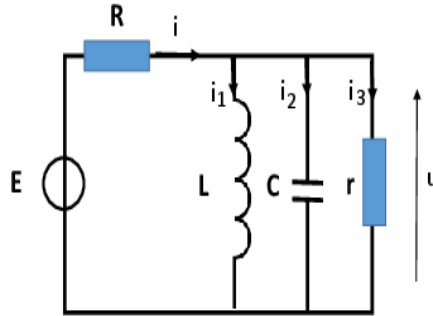


Figure 1: Dipôle RLC parallèle.

6. Déterminer $i_1(t)$, $i_2(t)$ et $i_3(t)$ en fonction de ω et λ . Calculer la valeur maximale de la tension u aux bornes de la résistance r . Application numérique pour $E = 6 \text{ V}$.

(III) Suspension de voiture - 1ere partie

On modélise une suspension de voiture (cf. figure 2) par un ressort de raideur k et de longueur à vide L_0 et un amortisseur fluide de constante d'amortissement λ et supportant une charge de masse $m = M/4$, où M est la masse du véhicule et en supposant qu'il y a 4 suspensions identiques. La position verticale de la masse m est repérée par la cote z_G et on note z_0 la cote du centre de la roue de rayon R . Les cotes sont repérées par rapport au niveau moyen de la route. Le ressort a pour extrémités le centre de la roue et le centre de gravité G de m . L'amortisseur crée une force de frottement fluide sur le mouvement de la masse m qui s'écrit

$$\vec{f}_{\text{amort}} = -\lambda \frac{dL}{dt} \vec{u}_z.$$

On suppose (pour l'instant) que la route est parfaitement horizontale.

1. Déterminer la position de G z_{G0} quand la voiture est au repos.
2. Suite à un cahot soudain sur la route, le véhicule acquiert un mouvement d'oscillations verticales. En notant $Z = z_G - z_{G0}$ la position de la masse m par rapport à sa position d'équilibre, déterminer l'équation du mouvement.

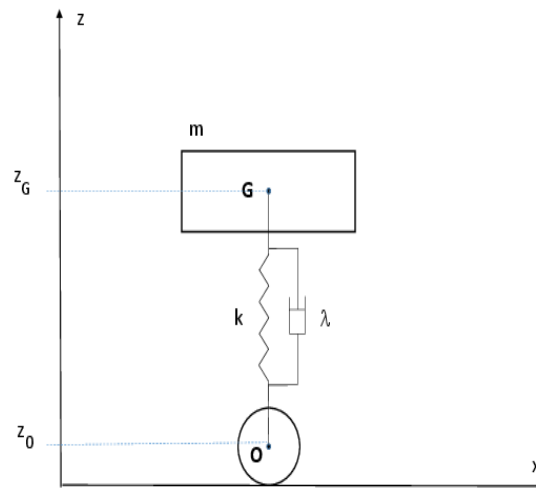


Figure 2: Amortisseur sur route plane

3. Discussion.

(IV) Circuit avec deux condensateurs

On considère le circuit figure 3. Les capacités étant initialement déchargées, on ferme l'interrupteur à l'instant $t = 0$. On posera $\tau = RC$.

1. Déterminer l'équation différentielle que vérifie $u(t)$.
2. Identifier la pulsation propre du circuit ainsi que le coefficient d'amortissement. Dans quel régime se trouve-t-on ? Peut-on définir un facteur de qualité Q ? Si oui déterminer Q .

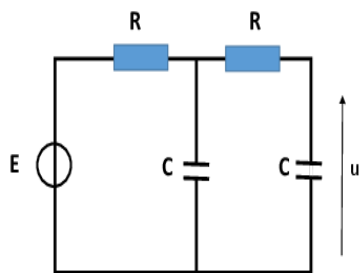


Figure 3: Circuit avec 2 ponts RC.