Electrocinétique, mécanique

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT : « La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans **l'appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. »

Problème: Electrocinétique (Extrait « Petites Mines »)

On dispose d'une bobine B que l'on assimilera à l'association série d'une inductance L et d'une résistance r. (L et r sont des constantes positives, indépendantes de la fréquence)

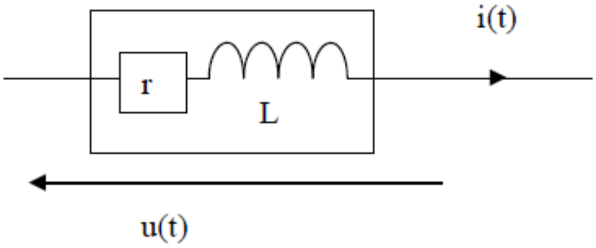


Figure 1

Détermination de r

1) La bobine est parcourue par un courant i(t). Exprimer la tension u(t) à ses bornes en fonction de r, L, i(t) et de sa dérivée par rapport au temps.

2) On réalise le circuit suivant, en plaçant, en série avec la bobine, un résistor de résistance $R = 40\ \Omega$. L'alimentation est un générateur de tension continue, constante, de force électromotrice $E_0 = 1{,}0$ V et de résistance interne $r_0 = 2{,}0\ \Omega$.

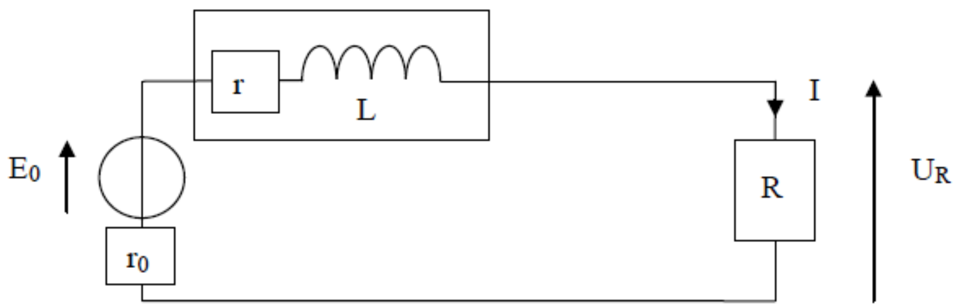


Figure 2

On mesure, en régime permanent, la tension U_R aux bornes de R.
Exprimer r en fonction des données de cette question. Calculer r avec $U_R = 0{,}56$ V.

Détermination de r et L à partir d'un oscillogramme.

On place, en série avec la bobine, un résistor de résistance $R = 40\ \Omega$ et un condensateur de capacité $C = 10\ \mu F$.
Le GBF (générateur basses fréquences) est réglé pour délivrer une tension sinusoïdale de fréquence $f = 250$ Hz (la pulsation sera notée ω) et de valeur crête à crête de 10 V.
Deux tensions sont visualisées sur un oscilloscope numérique.

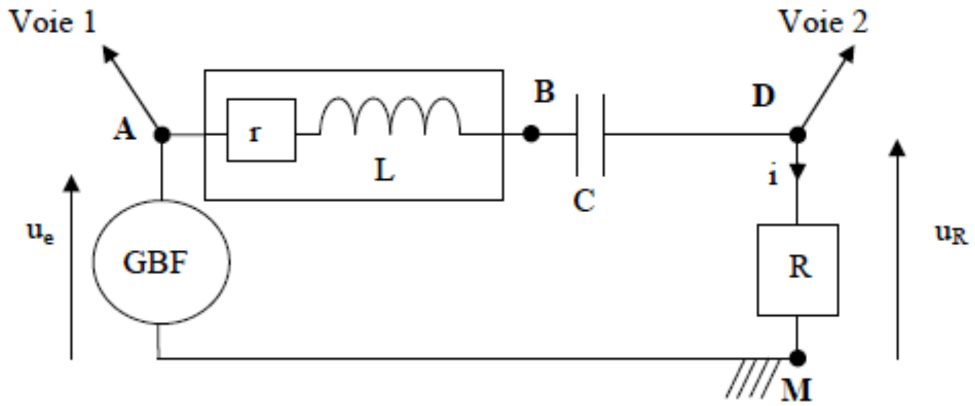


Figure 3

On obtient un oscillogramme équivalent au graphe suivant

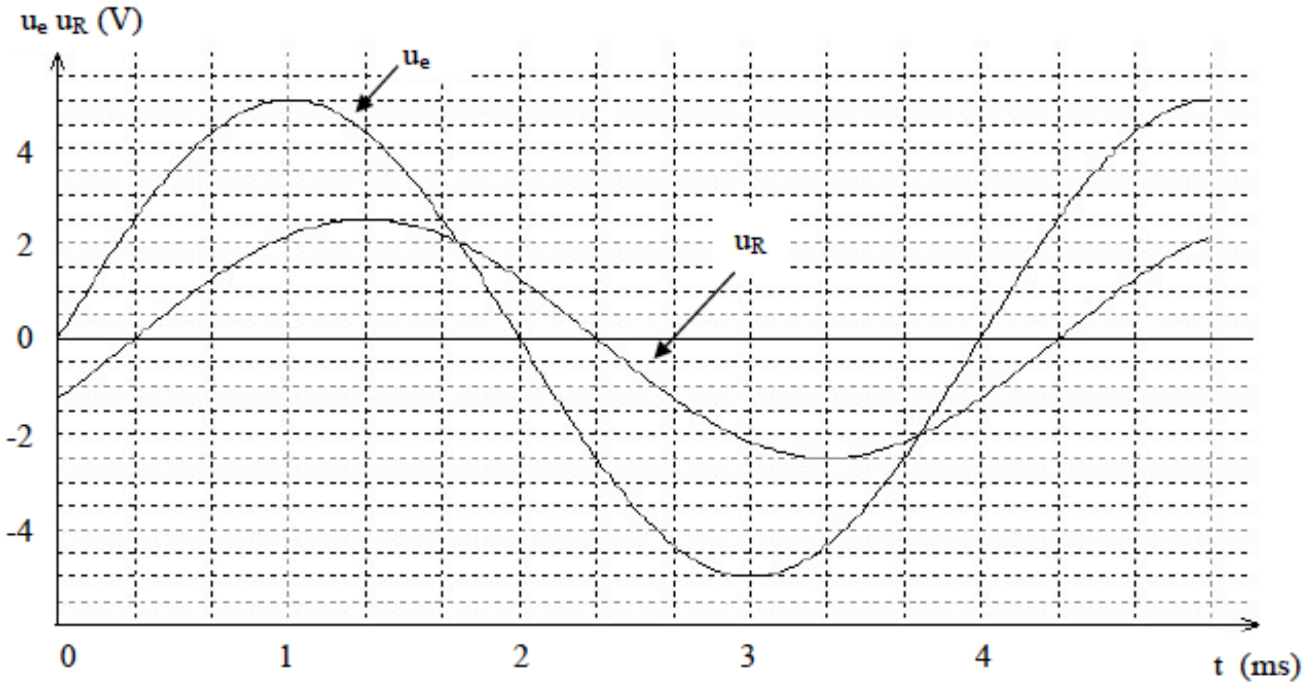


Figure 4

3) Déterminer l'amplitude U_e de la tension u_e et l'amplitude U_R de la tension u_R.

4) Déterminer l'amplitude I du courant i.

5) Rappeler l'expression générale de l'impédance Z d'un dipôle quelconque (module de l'impédance complexe). Calculer alors l'impédance Z_{AM} du dipôle AM.

6) Des deux tensions, $u_R(t)$ et $u_e(t)$, laquelle, et pourquoi d'après l'oscillogramme, est en avance sur l'autre ?

7) Déterminer précisément, à partir de l'oscillogramme, le déphasage $\varphi_{u_e/i}$ entre u_e et i, (c'est-à-dire entre u_e et u_R).

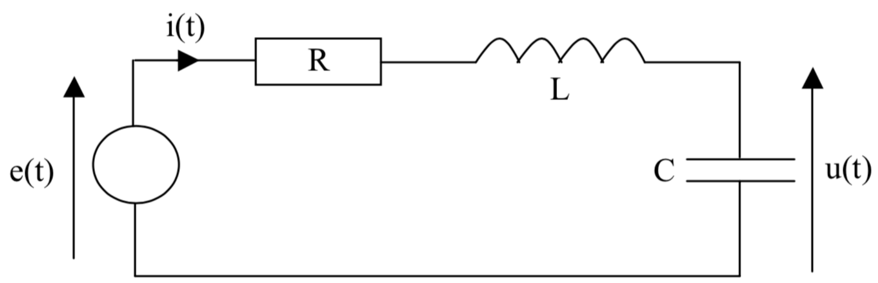
8) Ecrire l'expression générale de l'impédance complexe $\underline{Z}_{AM}$ en fonction de r, R, L, C, ω.

9) Ecrire l'expression de l'impédance complexe $\underline{Z}_{AM}$ en fonction de son module Z_{AM} et du déphasage $\varphi_{u_e/i}$.

10) Exprimer r en fonction de R, Z_{AM} et $\varphi_{u_e/i}$. Calculer sa valeur.

11) Exprimer L en fonction de C, ω, Z_{AM} et $\varphi_{u_e/i}$. Calculer sa valeur.

Exercice 1 : Résonance en tension dans un circuit RLC série



On considère un circuit RLC alimenté par une source sinusoïdale : $e(t) = E\cos(\omega t)$.

1) Exprimez l'amplitude U de la tension u(t) aux bornes du condensateur en fonction de E, de $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et de $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$.

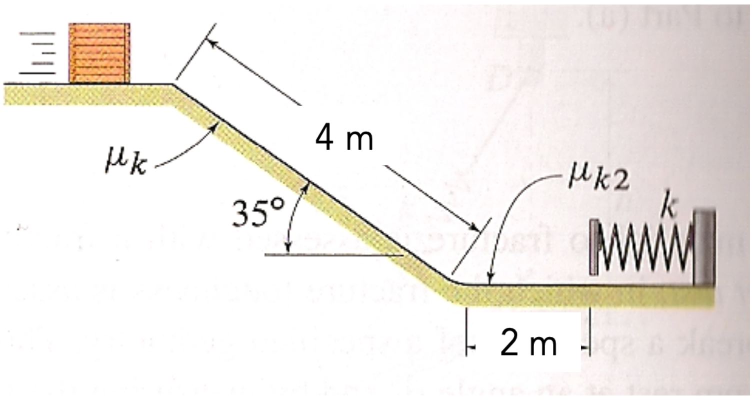
2) On suppose que $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$. Pour quelle pulsation ω_r cette amplitude U est-elle maximale ? Comment s'appelle ce phénomène ?

3) Application numérique : calculez la fréquence de résonance en tension f_r de ce circuit pour L = 1,0 mH, R = 500 Ω et C = 1,0 nF.

4) Tracez l'allure de $U(\omega)$ en fonction de ω, toujours pour $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Exercice 2 : Mécanique

Une case glisse, sans frottement, à $5\ m.s^{-1}$ sur une surface horizontale (cf. figure) avant de descendre 4 m sur une pente à 35 °. Les coefficients de frottement des différentes parties du trajet sont indiqués sur la figure.



1) Si $\mu_k = 0{,}35$, que vaut la vitesse de la caisse en bas de la pente inclinée de 4 m ?

2) A présent $\mu_k = 0{,}5$. Après avoir glissé sur la pente inclinée, la caisse glisse sur une surface horizontale pendant 2 m avant de rencontrer un pare-choc modélisé par un ressort de constante de raideur k. La masse de la caisse vaut $M = 50$ kg et $\mu_{k2} = 0{,}33$. Quelle est la valeur de k pour que la caisse s'arrête 0,5 m après avoir rencontré le pare-choc ?