Sujet 1

I Question de cours

Définir la quantité de matière, la masse molaire et son lien avec la quantité de matière, les fractions molaire et massique, les concentrations molaire et massique et le lien entre les deux.

II Circuit RLC série

On considère le circuit RLC série représenté sur la figure ci-dessous. On définit la pulsation propre ω_0 et le facteur de qualité par Q par :

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad ; \quad Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

L'interrupteur K est fermé à un instant $t = 0$ choisi comme origine des temps. Le condensateur est initialement chargé : $u(t = 0) = u_0$.

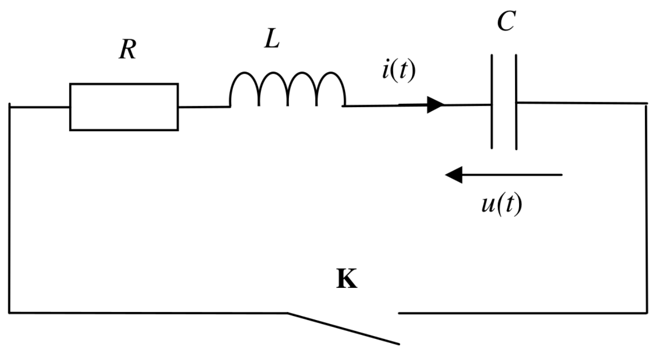


Figure 1.1 – Schéma électrique du circuit RLC série.

1. Établir l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$ pour $t > 0$. On y fera apparaître ω_0 et Q.

2. Préciser en justifiant les différents régimes d'évolution possibles selon les valeurs de Q.

On suppose dans la suite que $Q > \frac{1}{2}$.

3. Que valent $u(t = 0)$ et $\frac{du}{dt}(t = 0)$?

4. Établir l'expression de $u(t)$ pour $t > 0$.

5. Définir la pseudo-pulsation ω des oscillations libres en fonction de ω_0 et Q.

6. Établir le temps caractéristique d'amortissement des oscillations libres en fonction de ω_0 et Q.

On souhaite visualiser la tension $u(t)$ sur l'écran d'un oscilloscope dont l'entrée est modélisée par l'association en parallèle d'une résistance $R_0 = 1{,}0\,\mathrm{M\Omega}$ et d'une capacité $C_0 = 11\,\mathrm{pF}$.

7. Montrer que si l'on tient compte de l'oscilloscope, l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$ devient :

$$L(C + C_0)\frac{d^2u}{dt^2} + \left(\frac{L}{R_0} + RC + RC_0\right)\frac{du}{dt} + \left(1 + \frac{R}{R_0}\right)u(t) = 0.$$

8. Quelles relations qualitatives doivent vérifier R, L, C, R_0 et C_0 pour que la mise en place de l'oscilloscope ait une influence négligeable sur les oscillations étudiées ?

9. Vérifier qu'avec les valeurs usuelles de R, L et C utilisées en travaux pratiques ces relations sont vérifiées.

On définit le décrément logarithmique d_m comme étant la quantité

$$d_m = \ln\left(\frac{u(t)}{u(t+mT)}\right),$$

où et m est un entier strictement positif.

10. Exprimer d_m en fonction de m et de Q.

On réalise un montage expérimental où le circuit RLC est excité par un générateur de basses fréquences (GBF).

11. Comment faut-il choisir le signal délivré par le générateur pour observer les oscillations libres du circuit ?

La tension aux bornes du condensateur est enregistrée grâce à un logiciel d'acquisition. Le signal obtenu est représenté sur la figure ce-dessous.

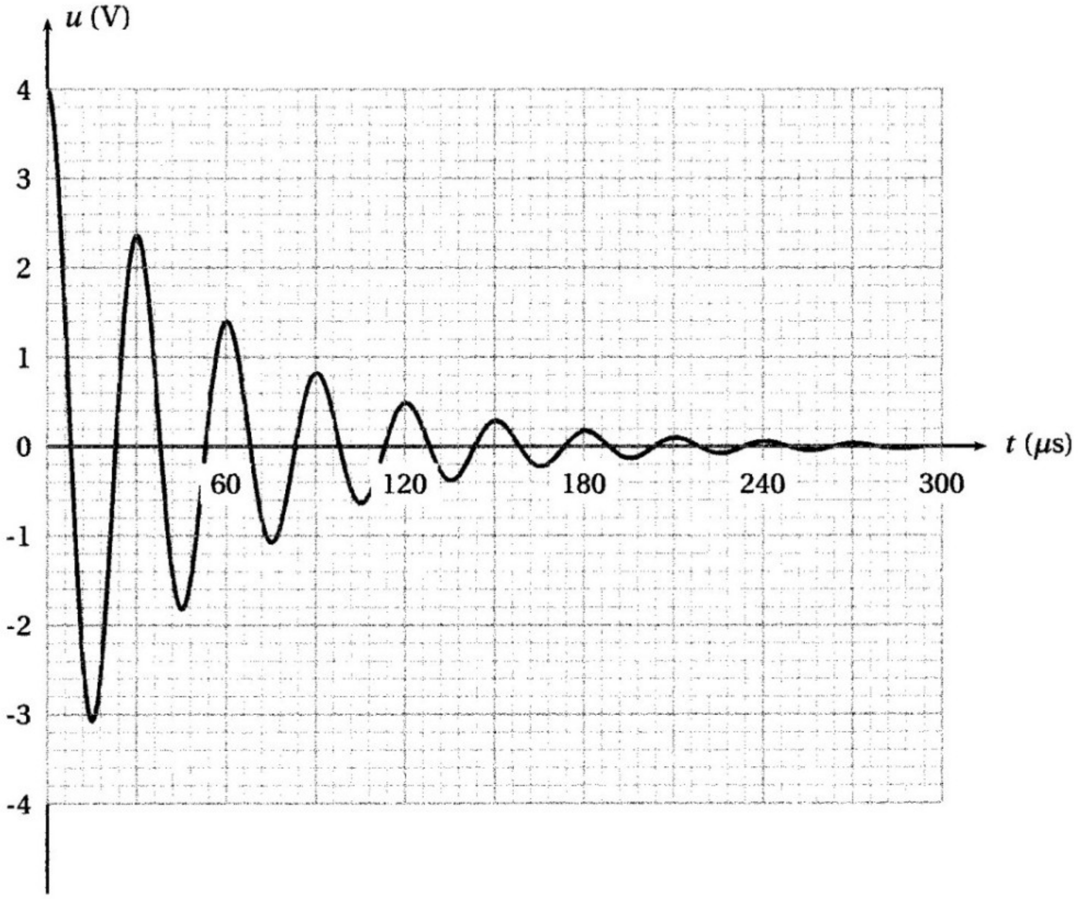


Figure 1.2 – Oscillations libres du circuit RLC.

12. Estimer le facteur de qualité Q du circuit.

Sujet 2

I Question de cours

Refaire l'exercice sur les fractions molaire et massique de dioxygène et diazote, l'exemple sur la concentration molaire de Na^+ :

Exercice

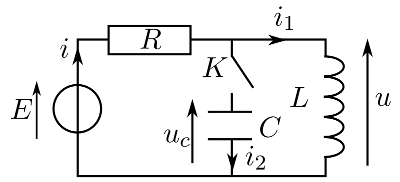
L'air est constitué, en quantité de matière, à 80% de diazote N_2 et à 20% de dioxygène O_2. On a $M(N_2) = 28{,}0\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$ et $M(O_2) = 32{,}0\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$. En déduire les fractions molaires puis les fractions massiques.

Exercice

On dissout une masse $m = 2{,}00\,\mathrm{g}$ de sel $NaCl_{(s)}$ dans $V = 100\,\mathrm{mL}$ d'eau. **Déterminer la concentration en Na^+ dans la solution**. ($M(NaCl) = 58{,}44\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$)

II Régime transitoire

On considère le circuit ci-contre constitué d'une source idéale de tension continue de force électromotrice E, d'un condensateur de capacité C, d'une bobine d'inductance L, d'une résistance R et d'un interrupteur K. On suppose que l'interrupteur K est ouvert depuis longtemps quand on le ferme à l'instant $t = 0$. On suppose que le condensateur est initialement chargé à la tension $u_c = E$.



1. Faire le circuit équivalent à l'instant $t = 0^-$. Exprimer $i_1(0^-)$ en fonction de E et R.

2. Exprimer $i_1(0^+)$ et $u(0^+)$ en fonction de E et R.

3. Faire le circuit équivalent quand le régime permanent est atteint pour $t \to +\infty$. En déduire les expressions de $i(+\infty)$ et $i_1(+\infty)$.

4. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par $i_1(t)$ pour $t \geq 0$ peut se mettre sous la forme :

$$\frac{d^2 i_1(t)}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q}\frac{di_1(t)}{dt} + \omega_0^2 i_1(t) = \omega_0^2 A$$

   Exprimer ω_0, Q et A en fonction de E, R, L et C.

5. On suppose que le régime transitoire est de type pseudo-périodique. Donner alors l'inégalité vérifiée par R. On fera intervenir une résistance critique R_c que l'on exprimera en fonction de L et C.

6. Exprimer la pseudo-pulsation ω en fonction de ω_0 et Q.

7. Donner l'expression de $i_1(t)$ pour $t \geq 0$ en fonction de E, R, L, C, ω et t.

8. Tracer l'évolution de i_1 en fonction du temps.

9. Exprimer la variation d'énergie emmagasinée $\mathcal{E}_L$ par la bobine entre l'instant initial $t = 0$ et le régime permanent correspondant à $t \to +\infty$. Commenter ce résultat.

10. Exprimer la variation d'énergie emmagasinée $\mathcal{E}_C$ par le condensateur entre l'instant initial $t = 0$ et le régime permanent correspondant à $t \to +\infty$. Commenter ce résultat.

11. Exprimer la puissance reçue $\mathcal{P}_R$ par la résistance R en régime permanent.

Sujet 3

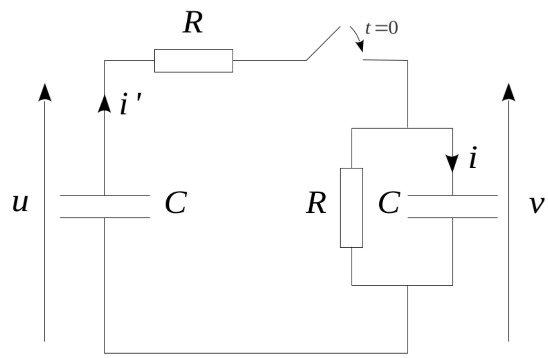
I Question de cours

Réaction totale et avancement maximal : refaire l'exemple du cours sur la combustion du méthane $CH_{4(g)} + 2\,O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2\,H_2O_{(g)}$ avec $n^0_{CH_4} = 2\,\text{mol}$ et $n^0_{O_2} = 3\,\text{mol}$.

II Circuit de Wien

On réalise le montage suivant. On ferme l'interrupteur à l'instant $t = 0$, C traversé par i' étant initialement chargé et C traversé par i étant initialement déchargé.

On pose $\tau = RC$. Données : $R = 10\,\text{k}\Omega$ et $C = 0{,}1\,\mu\text{F}$.



1. À partir de considérations physiques, préciser les valeurs de la tension v lorsque $t = 0$ et $t = \infty$.
2. Établir l'équation différentielle du second ordre dont la tension v est solution.
3. En déduire l'expression de $v(t)$ en déterminant les constantes d'intégration.
4. Donner l'allure du graphe correspondant à $v(t)$.