# TD05 Circuits linéaires du premier ordre

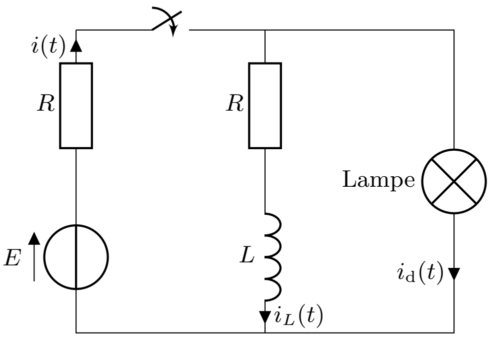
**Lycée Louis Thuillier - Physique-Chimie - PCSIB**

**Exercice 1 - S'entrainer avec les conditions initiales et le régime permanent :**

On considère le montage ci-dessous. Au temps $t = 0$ on ferme l'interrupteur. On note $i(t)$ le courant dans la branche du générateur, $i_L(t)$ celui dans la bobine et $i_\mathrm{d}(t)$ celui dans la lampe. La lampe se comporte comme un dipôle ohmique de résistance $4R$.

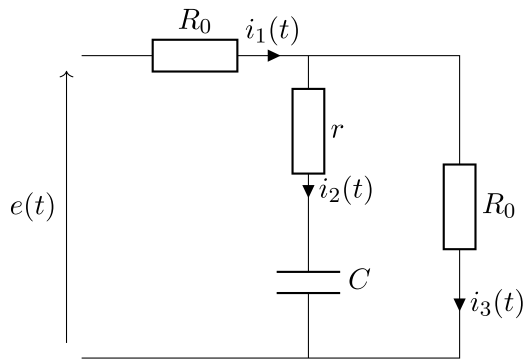
On répondra aux questions **sans écrire d'équation différentielle**.

1. Donner la valeur de $i_L(t)$ en $t = 0^+$. En déduire la valeur de $i(t)$ et $i_\mathrm{d}(t)$ juste après la fermeture.
2. Quelle est la valeur des différents courants une fois le régime permanent atteint ?
3. Après un temps très long (régime permanent atteint), on ouvre l'interrupteur. Quelle est la valeur des différents courants juste après l'ouverture ?
4. La lampe ne s'allume que pour $|i_\mathrm{d}| > E/8R$. À quoi sert-elle ?




**Exercice 2 - Circuit à deux mailles :**

On suppose que le signal d'entrée est un échelon de tension : $e(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ E & \text{si } t > 0 \end{cases}$ et que le condensateur est initialement déchargé.




1. **En appliquant étape par étape la méthode de résolution d'un circuit électrique**, trouver l'équation différentielle dont $U_\mathrm{c}(t)$, tension aux bornes du condensteur, est la solution.
2. Déterminer l'évolution au cours du temps :
   - ▷ de la tension $U_\mathrm{c}(t)$
   - ▷ de la charge $q(t)$ du condensateur
   - ▷ de l'intensité $i_2$

**Exercice 3 - Chute d'une balle dans un fluide :**

On étudie la chute verticale d'une balle sphérique dans un fluide visqueux sous l'effet de la pesanteur. On mesure sa vitesse $v(t)$. L'application du principe fondamentale de la dynamique permet de montrer que la vitesse $v(t)$ de la balle est la solution de l'équation différentielle :

$$m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}(t) = -\alpha v(t) + mg, \tag{0.1}$$

où $\alpha$ est une constante appelée coefficient de résistance du fluide. Il représente les frottements qu'exerce le fluide sur la balle quand cette derrière se déplace . $g$ est l'accélération de la pesanteur.

1. Quelle est la dimension $[\alpha]$ du coefficient de résistance du fluide.
2. Ecrire l'équation différentielle sous forme canonique et en déduire la valeur de la constante de temps $\tau$ du système.
3. En considérant que la sphère possède initialement une vitesse $v_0$, donner l'expression de la vitesse de la sphère au cours du temps.
4. (*) Quelle est la vitesse maximale que va atteindre la balle au cours de sa chute ? On pourra distinguer deux cas de figures suivant la valeur de la vitesse initiale.

**Exercice 4 - Etincelle de rupture :**

On considère un circuit à une maille comportant une résistance $R$, une bobine d'inductance $L$, un générateur idéal de tension $E$ et un interrupteur (K). On suppose que (K) est ouvert et qu'on le ferme à $t = 0$.

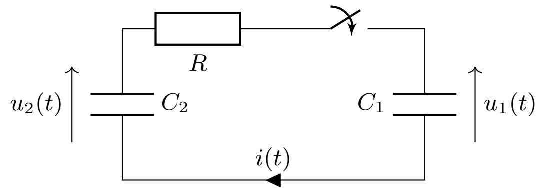
1. Déterminer le courant $i(t)$ qui circule dans la maille pour $t > 0$, tracer sa courbe représentative et interpréter le résultat obtenu.
2. Une fois le régime permanent établi, on ouvre brusquement l'interrupteur (K) et on y observe une étincelle. Expliquer pourquoi.

**Exercice 5 - Transfert de charge entre condensateurs (*) :**

On relie deux condensateurs de capacités $C_1$ et $C_2$, initialement chargés par une résistance $R$. À $t = 0$, on bascule l'interrupteur. Pour $t < 0$, on a $u_1(t < 0) = U_{01}$ et $u_2(t < 0) = U_{02} < U_{01}$.

1. Déterminer et représenter pour $t > 0$ les grandeurs $i(t)$, $u_1(t)$ et $u_2(t)$.
2. Faire un bilan d'énergie.

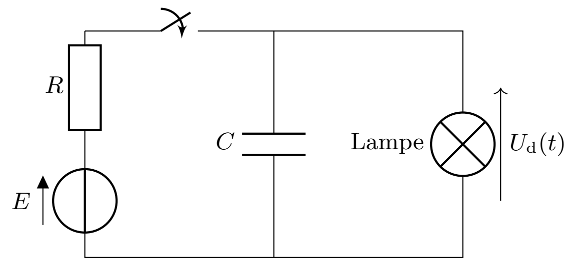
*Données :* $C_1 = 1\,\mu\text{F}$ ; $C_2 = 2\,\mu\text{F}$ ; $U_{01} = 50\,\text{V}$ ; $U_{02} = 30\,\text{V}$ ; $R = 1\,\text{k}\Omega$




**Exercice 6 - La lampe à décharge(**) :**

Une lampe à décharge, dont la tension entre ses bornes est notée $U_\text{d}(t)$, possède les caractéristiques suivantes :

- Si la lampe est éteinte, elle se comporte comme une résistance infinie et reste éteinte tant que $|U_\text{d}(t)| < U_\text{a}$. La tension $U_\text{a}$ est la tension d'allumage.
- Si la lampe est allumée, elle se comporte comme une résistance de valeur $R_\text{d}$ et reste allumée tant que $|U_\text{d}(t)| > U_\text{e}$. La tension $U_\text{e}$ est la tension d'extinction et $U_\text{e} < U_\text{a}$.




1. Tracer la caractéristique $i = f(u)$ de la lampe à décharge lors d'une phase de charge allant de $U_\text{d} = 0$ à $U_\text{d} = U_\text{max}$ avec $U_\text{max} > U_\text{a}$. Tracer ensuite la même caractéristique pour une phase de décharge allant de $U_\text{d} = U_\text{max}$ à $U_\text{d} = 0$.
2. Pour $t < 0$ le condensateur est déchargé et l'interrupteur est ouvert. À $t = 0$ on ferme ce dernier. Établir l'équation différentielle vérifiée par $U_\text{d}(t)$.
3. Donner une condition sur la f.e.m. $E$ pour que la lampe s'allume. Si cette condition est vérifiée, exprimer le temps d'allumage $T_\text{a}$.
4. Quelle équation différentielle vérifie $U_\text{d}(t)$ pour $t > T_\text{a}$ ? La résoudre.
5. Sous quelle condition la lampe s'éteint-elle spontanément ? Que se passe-t-il ensuite ?