

DS N°5

Durée : 1H

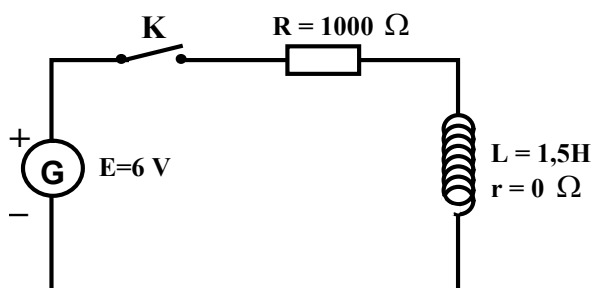
Exercice n°1φ : Analogie entre un condensateur et une bobine :

16pts

Nous allons étudier dans cet exercice la manière dont se comporte un condensateur et une bobine lorsqu'ils sont soumis à un échelon de tension.

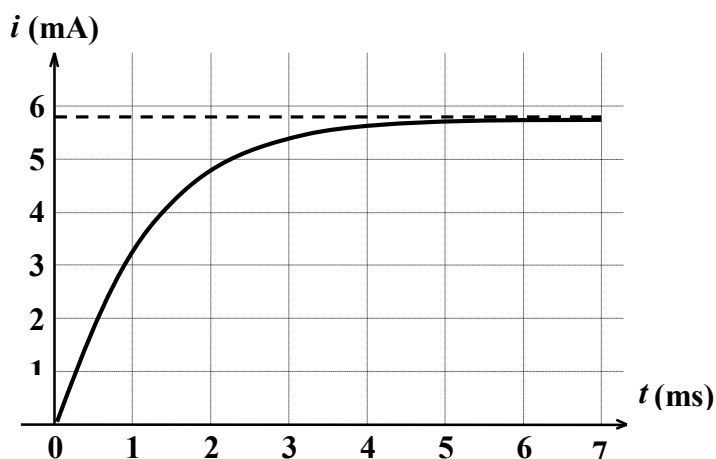
I Etude théorique de la réponse en intensité d'une bobine soumise à un échelon de tension :

Pour soumettre une bobine à un échelon de tension, on réalise le montage suivant :



A $t = 0$, on ferme l'interrupteur K, un ordinateur est paramétré pour enregistrer directement les variations du courant dans le circuit en fonction du temps : $i(t)$

- 1) Rappelez ce qu'est un **échelon de tension**. 0.5pt
- 2) Sur le circuit précédent, **fléchez l'intensité** du courant **ainsi que les tensions** aux bornes du **générateur**, aux bornes de la **résistance** et aux bornes de la **bobine idéale**. 1pt
- 3) Ecrivez la **loi des tensions** dans ce circuit. 0.5pt
- 4) En **exprimant les tensions u_R et u_L en fonction de $i(t)$** , trouvez l'**équation différentielle** vérifiée par l'intensité du courant. 1pt
- 5) Vérifiez que la solution de la forme **$i(t) = a + b \times \exp(ct)$ est solution** de l'équation différentielle. Trouvez alors l'**expression des constantes a, b et c**. 2pts
- 6) Donnez l'**expression littérale de la constante de temps** noté τ pour le dipôle RL. 0.5pt
- 7) L'enregistrement de $i(t)$ à donner la courbe ci-dessous :



Déterminez **graphiquement en justifiant** la valeur de la **constante de temps τ** et **comparez-la** avec la valeur théorique. 1.5pts

II Etude expérimentale de la réponse en tension aux bornes d'un condensateur soumis à un échelon de tension :

- 1) On veut réaliser un montage électrique permettant d'étudier la charge d'un condensateur lorsqu'il est soumis à un échelon de tension :

- De quels **composants électriques** a-t-on besoin ? Citez-les. **1pt**
- Réalisez le schéma** du montage électrique adéquat. **1pt**
- Sur ce schéma, **fléchez l'intensité** du courant **ainsi que les tensions** aux bornes du **générateur** et aux bornes du **condensateur**. **0.75pt**
- On veut enregistrer grâce à une console d'acquisition reliée à un ordinateur les courbes $u_G(t)$ et $u_C(t)$. **Indiquez**, sur le schéma électrique, **l'emplacement des voies 1 et 2** de la console d'acquisition **ainsi que l'emplacement de la masse**. **0.75pt**

- 2) L'interrupteur du circuit étant préalablement ouvert, on lance l'acquisition sur l'ordinateur puis on ferme l'interrupteur. Ceci déclenche automatiquement l'enregistrement :
- Dessinez sur le même schéma **l'allure des courbes $u_G(t)$ et $u_C(t)$** obtenue, en sachant que le **générateur** délivre **6V en continu**. **1pt**
 - On double alors la valeur de la résistance** du circuit, on relance une acquisition. **Dessiner l'allure de la nouvelle tension $u_C(t)$ obtenue**, sur le même schéma que précédemment. **1pt**
 - Expliquez la **différence entre les deux courbes $u_C(t)$ obtenues**. **0.5pt**

III Analogie du condensateur et de la bobine :

Cette analogie tient dans le fait que la courbe concernant $i(t)$ pour la bobine a la même allure que la courbe $u_C(t)$ pour le condensateur, quand ces deux composants sont soumis à un échelon de tension à travers une résistance.

- Quelle est la **limite**, quand **t tend vers l'infini**, atteinte par l'intensité **$i(t)$ dans le circuit comportant la bobine** ? **0.5pt**
- Quelle est la **limite**, quand **t tend vers l'infini**, atteinte par la tension **$u_C(t)$ dans le circuit comportant le condensateur** ? **0.5pt**
- Par analogie, donnez **l'expression de $u_C(t)$** en fonction de **E et $\tau = RC$** . **1pt**
- En déduire l'expression de l'intensité du courant dans le circuit comportant le condensateur**, lors de sa charge. **0.5pt**
Dessinez son allure et donnez les limites de cette courbe lorsque $t = 0$ et $t \rightarrow \infty$. **0.5pt**

Exercices n°2 : Mélange de formiate de sodium et d'acide chlorhydrique :

4pts

On ajoute à un volume $V = 100 \text{ mL}$ de solution de formiate de sodium de concentration $6.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$, un volume V' de solution d'acide chlorhydrique de concentration $c' = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On obtient une solution S.

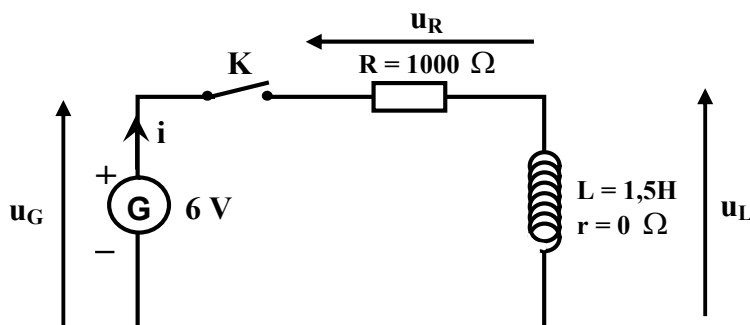
- Écrire **l'équation chimique** de la réaction. **0.5pt**
- Calculer la constante K_2** de cette réaction sachant que $\text{pK}_A(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 3.8$.
 Cette réaction est-elle **quasiment totale** ? **1pt**
- Calculer le volume V'** de solution d'acide chlorhydrique à ajouter pour que la concentration molaire finale en acide formique soit égale à la concentration molaire finale en ions formiate dans la solution S (on négligera la réaction de l'acide formique avec l'eau). **2pts**
- Calculer le pH** de la solution ainsi obtenue. **0.5pt**

CORRECTION DU DS N°5

Exercice n°1φ : Analogie entre un condensateur et une bobine :

I Etude théorique de la réponse en intensité d'une bobine soumise à un échelon de tension :

Montage :



- 1) Un échelon de tension est obtenu grâce à la mise sous tension d'un générateur : la tension aux bornes du générateur passe d'une valeur de 0V à une valeur de 6V instantanément.
- 2) Voir schéma
- 3) $E = u_L + u_R$

- 4) On sait que $u_R(t) = R \times i(t)$ et $u_L(t) = L \times \frac{di(t)}{dt}$ d'où

$$R \times i(t) + L \times \frac{di(t)}{dt} = E \Leftrightarrow \frac{di(t)}{dt} + \frac{R}{L} i(t) = \frac{E}{L}$$

- 5) Il faut remplacer $i(t)$ et $di(t)/dt$ dans l'équation différentielle. Calculons $di(t)/dt$:

➤ $\frac{di(t)}{dt} = cb \times \exp(ct)$

➤ Donc : $cb \exp(ct) + \frac{R}{L} a + \frac{R}{L} b \exp(ct) = \frac{E}{L}$ et $\frac{R}{L} a + \left(c + \frac{R}{L}\right) b \exp(ct) = \frac{E}{L}$

- Cette équation doit être vraie quelque soit t ce qui implique deux choses :

$$c = -\frac{R}{L} \text{ et } \frac{R}{L} a = \frac{E}{L} \text{ donc } a = \frac{E}{R}$$

- Enfin, on utilise la condition initiale : à $t = 0$ on a $i = 0$ (pas de courant dans le circuit d'où :

$$i(t=0) = a + b \exp(c \cdot 0) = a + b = 0 \text{ finalement } b = -a = -\frac{E}{R}$$

- On obtient donc la solution de l'équation différentielle :

$$i(t) = \frac{E}{R} \left(1 - \exp\left(-\frac{R}{L} \times t\right) \right)$$

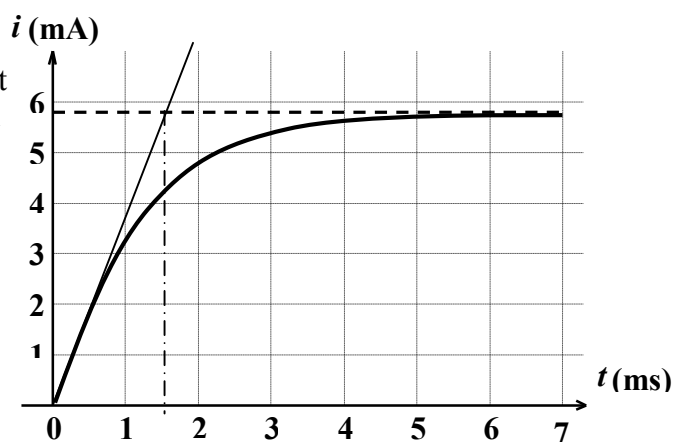
- 6) On a $\tau = \frac{L}{R}$

- 7) On trace la tangente à l'origine à la courbe $i(t)$ et on regarde l'abscisse de son point d'intersection avec l'asymptote de $i(t)$ quand $t \rightarrow \infty$
On trouve $\tau_{\text{exp}} = 1.5 \text{ ms}$.

Si on calcul la constante de temps théorique :

$$\tau_{\text{th}} = \frac{L}{R} = \frac{1.5}{1000} = 1.5 \text{ ms}$$

Les deux constantes de temps, expérimentale et théorique correspondent correctement.

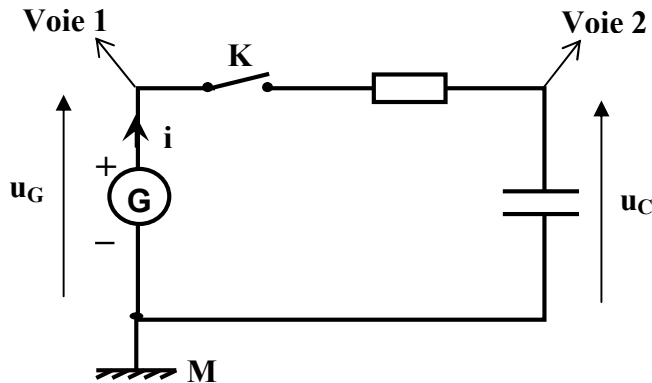




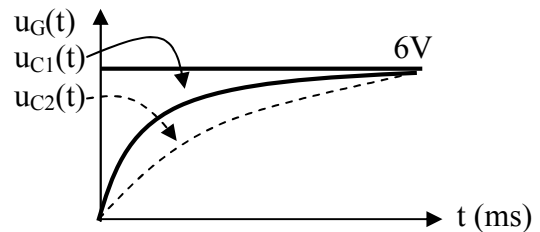
II Etude expérimentale de la réponse en tension aux bornes d'un condensateur soumis à un échelon de tension :

- 1) a. Les composants dont on a besoin d'un générateur, d'un interrupteur, d'une résistance et d'un condensateur.

bcd. Schéma du montage électrique :



- 2) ab. Allure des courbes :



- c. La différence entre les deux courbes obtenues est que la deuxième montre que le système répond plus lentement à la charge du condensateur avec une résistance deux fois plus grande.

III Analogie du condensateur et de la bobine :

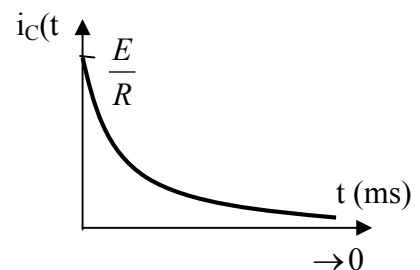
- 1) $i(t)$ atteint la limite E/R

- 2) $u_C(t)$ atteint la limite E

- 3) On avait $i(t) = \frac{E}{R} \left(1 - \exp\left(-\frac{R}{L} \times t\right) \right)$ donc on a $u_C(t) = E \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right)$

- 4) On doit dériver cette expression puisque $i = \frac{dq}{dt} = C \times \frac{du_C}{dt}$. Alors on obtient :

$$i_C(t) = C \times -E \times \left(-\frac{1}{RC} \right) \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) = \frac{E}{R} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$



Exercices n°2 : Mélange de formiate de sodium et d'acide chlorhydrique :

4pts

Voir DS n°4