

**DS N°5**

**Durée : 1H**

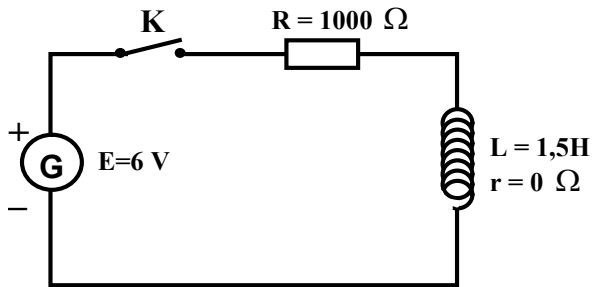
**Exercice n°10 : Analogie entre un condensateur et une bobine :**

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.

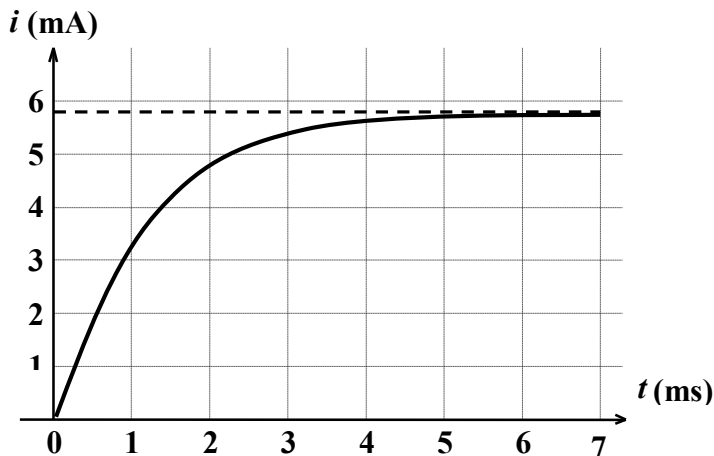
I Etude théorique de la réponse en intensité d'une bobine soumise à un échelon de tension :

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  $\tau$  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  $\tau$**  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.  $\boxed{1pt}$
- Réalisez le schéma** du montage électrique adéquat.  $\boxed{1pt}$
- Sur ce schéma, **fléchez l'intensité** du courant **ainsi que les tensions** aux bornes du **générateur** et aux bornes du **condensateur**.  $\boxed{0.75pt}$
- 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**.  $\boxed{0.75pt}$

- 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**.  $\boxed{1pt}$
  - 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.  $\boxed{1pt}$
  - Expliquez la **différence entre les deux courbes  $u_C(t)$  obtenues**.  $\boxed{0.5pt}$

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

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

4pts

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

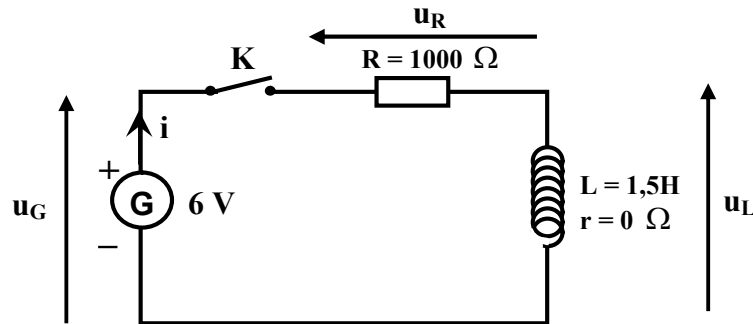
- Écrire **l'équation chimique** de la réaction.  $0.5pt$
- Calculer la constante  $K_2$**  de cette réaction sachant que  $pK_A(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 3.8$ .  
Cette réaction est-elle **quasiment totale** ?  $1pt$
- Calculer le volume  $V'$**  de solution d'acide chlorhydrique à ajouter pour 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

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

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 :

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

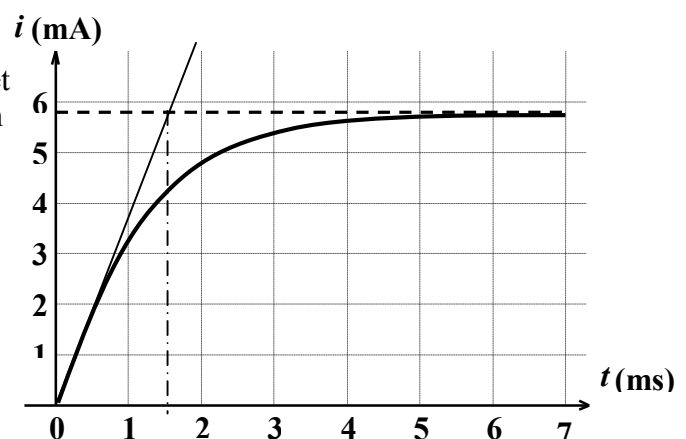
6) On a  $\tau = \frac{L}{R}$

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 calcule 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.

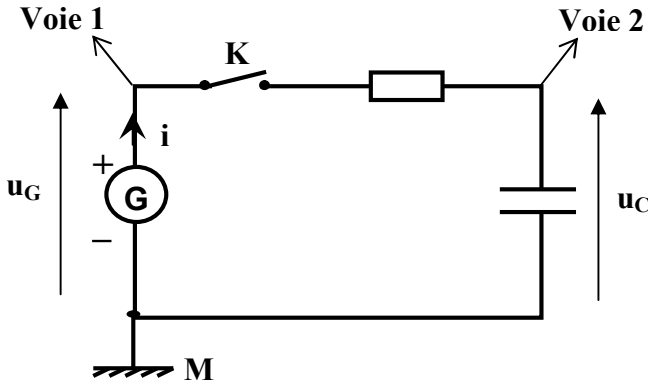




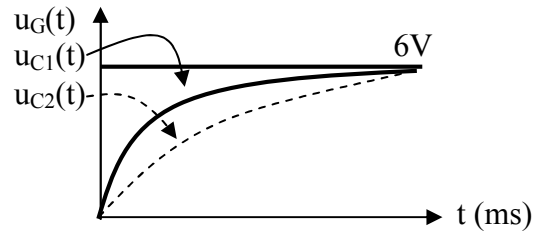
II Etude expérimentale de la réponse en tension aux bornes d'un condensateur soumis à un échelon de tension :

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 :

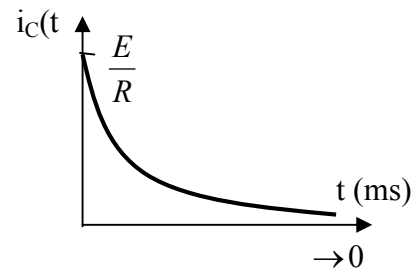
1)  $i(t)$  atteint la limite  $E/R$

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