

DEVOIR SURVEILLE DE SCIENCES PHYSIQUES

TS4

L'USAGE DE LA CALCULATRICE N'EST PAS AUTORISÉE

EXERCICE I (physique): CIRCUITS RL ET RLC (12 points)

L'objectif de cette étude est de retrouver expérimentalement la capacité d'un condensateur et l'inductance d'une bobine pour les comparer à celles données par le fabricant.

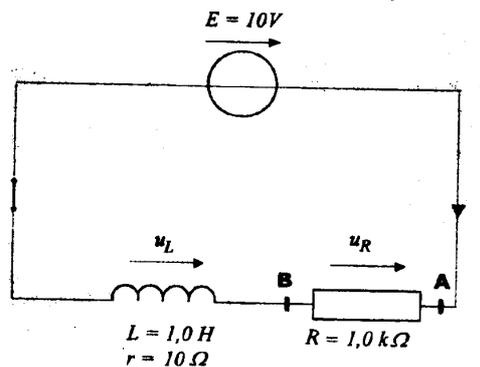
Le matériel disponible pour l'ensemble de cet exercice est le suivant :

- Une bobine d'inductance dont les indications du fabricant sont $L=1,0\text{H}$ et $r=10\Omega$
- Un condensateur dont l'indication du fabricant est $C = 10 \mu\text{F}$
- Un générateur de tension constante $E = 10 \text{ V}$
- Un conducteur ohmique de résistance $R= 1,0 \text{ k}\Omega$
- Un interrupteur simple et un commutateur bipolaire
- Des fils de connexion
- Un système d'acquisition informatisé

1. ÉTUDE EXPERIMENTALE D'UN CIRCUIT RL

Le schéma du montage réalisé est représenté sur la figure 1 (le système d'acquisition est connecté mais non

figure 1



Une fois le paramétrage du système d'acquisition effectué, on ferme l'interrupteur à l'instant de date $t_0 = 0 \text{ s}$ et on enregistre l'évolution de la tension aux bornes du conducteur ohmique de résistance R en fonction du temps. On obtient l'enregistrement représenté sur la figure 2.

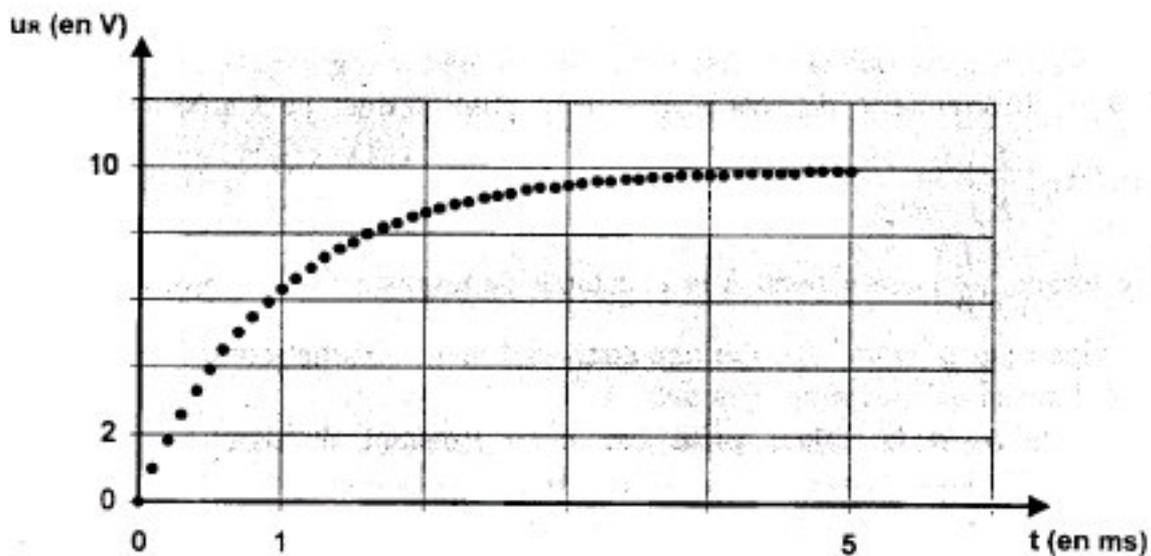
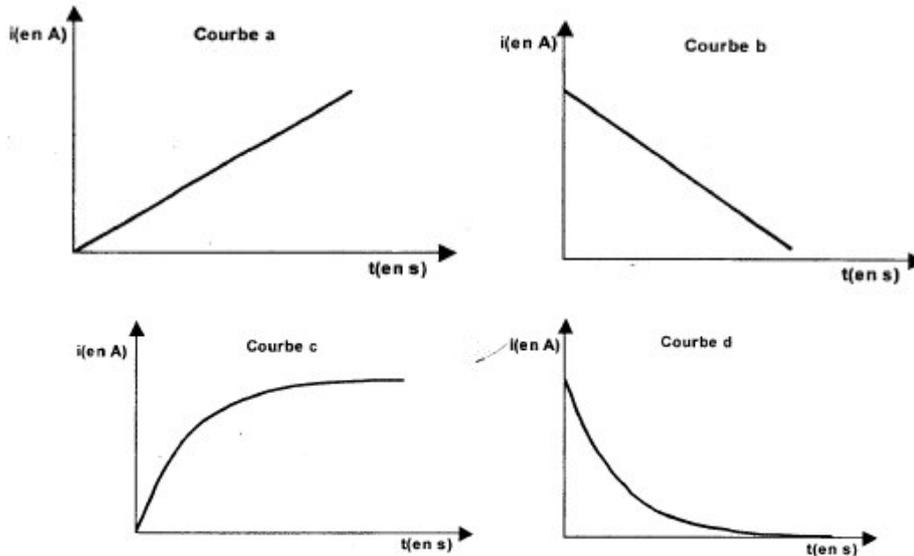


figure 2

- a. L' adaptateur du système d' acquisition utilise comme un voltmètre. Il possède deux bornes : COM et V. Préciser à quels points du circuit il faut relier ces bornes pour obtenir la courbe de la *figure 2*. (0,5 points)
- b. On donne différentes courbes susceptibles de représenter l' intensité du courant en fonction du temps. Choisir celle qui correspond à l' évolution de l' intensité du courant en fonction du temps dans le circuit de *figure 1*, après la fermeture de l' interrupteur. Justifier à partir de la courbe expérimentale donnée sur la *figure 2*. (1 points)



3. Quelle est l' influence de la bobine sur l' établissement du courant lors de la fermeture du circuit? (0,5 points)

2. MODELISATION ET EQUATION DIFFERENTIELLE

- a. Si l' on considère que la résistance r de la bobine est négligeable devant R , montrer que l' équation différentielle de ce circuit, interrupteur fermé, peut s' écrire sous la forme :

$$E = u_R(t) + \left(\frac{L}{R}\right) \frac{du_R(t)}{dt} \quad (1,5 \text{ points})$$

- b. Le terme $\left(\frac{L}{R}\right)$ correspond à la constante de temps τ de ce circuit (dans lequel on a négligé r par rapport à R).

Par une analyse dimensionnelle montrer que cette constante a la dimension d' un temps (ou durée) (1 points)

- c. On note $u_R(\tau)$ la valeur prise par u_R à l' instant de date $t = \tau$. Sachant que $u_R(\tau) = 0,63(u_R)_{\max}$, avec $(u_R)_{\max}$ valeur maximale atteinte par la tension u_R , déterminer à partir du graphe de la *figure 2* la valeur de la constante de temps τ de ce circuit. (1 points)

- d. En déduire la valeur de L et la comparer avec l' indication du fabricant (0,5 points)

3. RESOLUTION NUMERIQUE DE L'EQUATION DIFFERENTIELLE PAR LA METHODE D' EULER

La méthode de résolution numérique d' Euler permet de trouver des couples de valeurs (u_R) qui vérifient l' équation différentielle du 2.a. On rappelle que les couples de valeurs sont liés par la relation :

$$(u_R)_{t_{n+1}} = (u_R)_{t_n} + (\Delta u_R)_{t_n} \quad \text{avec} \quad (\Delta u_R)_{t_n} = \left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t_n} \cdot \Delta t$$

et $t_{n+1} = t_n + \Delta t$ où Δt est le pas de la méthode numérique

- a. À partir de l' expression du 2.a., exprimer $\frac{du_R}{dt}$ en fonction de u_R et des données. (1 points)

b. La tension u_R est initialement nulle. Pour compléter progressivement le tableau de l'annexe 1, en utilisant un pas de valeur $\Delta t = 1,0 \times 10^{-4}$ s, calculer, littéralement puis numériquement, $\frac{du_R}{dt}$ à la date $t = 0$ s puis $(u_R)_{\Delta t}$ à la date $t = \Delta t$, puis $\frac{du_R}{dt}$ à la date Δt puis $(u_R)_{2\Delta t}$ à la date $2\Delta t$.

Présenter tous les résultats numériques dans le tableau de l'annexe physique **À RENDRE AVEC LA COPIE.** (2 points)

A l'aide d'un tableur grapheur on continue les calculs pas à pas jusqu'à 5 ms. Les valeurs calculées de $(u_R)_t$ sont portées sur le graphique de la figure 3 et sont représentées par le symbole +.

Sur la même figure, on porte aussi les valeurs expérimentales de $(u_R)_t$ que l'on représente par le symbole •.

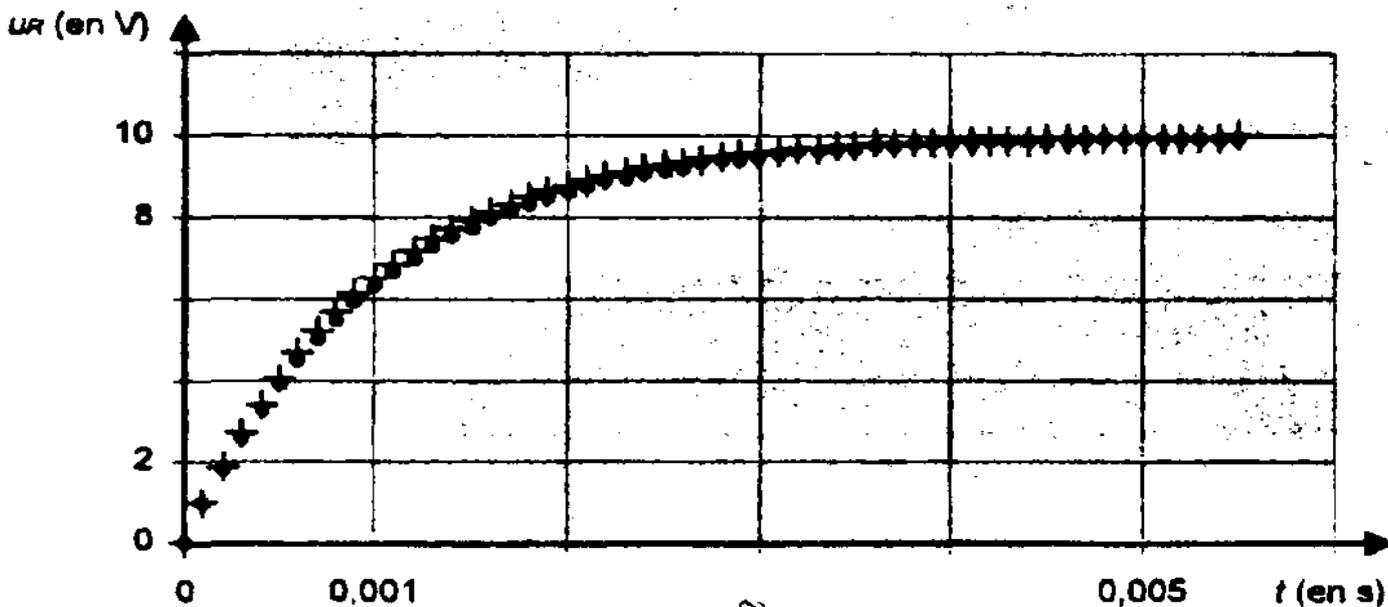


figure 3

Chaque • représente une valeur expérimentale. Chaque + représente une valeur calculée par la méthode numérique d'Euler avec $\Delta t = 1,0 \cdot 10^{-4}$ s.

c. Quelle serait qualitativement l'influence d'une augmentation du pas de calcul Δt sur l'écart entre le nuage de points ainsi obtenu par la méthode d'Euler et la courbe expérimentale ? (1 point)

4. ÉTUDE DU CIRCUIT OSCILLANT

On réalise ensuite le montage correspondant au schéma de la figure 4.

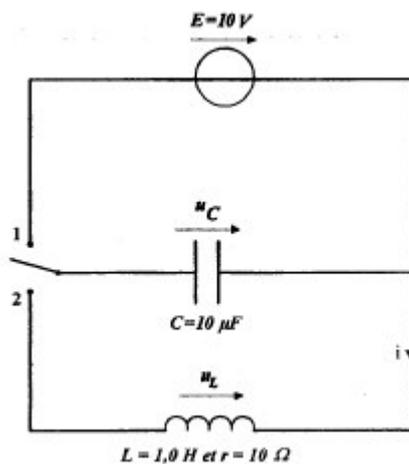


figure 4

On bascule le commutateur en position 1 pour charger le condensateur puis on le bascule en position 2.

- 3.3. Déterminer graphiquement le volume d'acide versé à l'équivalence, en indiquant la méthode choisie. (0,5 points)
- 3.4. En déduire la concentration molaire en soluté apporté C_I de la solution de lactate de sodium. On pourra s'aider d'un tableau d'avancement. (1 point)
- 3.5 Faire un schéma annoté du montage utilisé pour le titrage. (1 point)
- 3.6. Pour vérifier que la réaction support du dosage est bien totale, on se place dans un cas particulier avant l'équivalence lorsque l'on a versé 9,0 mL d'acide.
- 3.6.a Calculer la quantité d'ions oxonium H_3O^+ introduite dans ces conditions. (0,75 points)
- 3.6.b Le pH de la solution est alors égal à 4,0. Calculer la quantité d'ions oxonium H_3O^+ alors présente dans la solution. (1 point)
- 3.6.c En déduire que la transformation pouvait être considérée comme totale. (0,5 points)
4. Dans le foie les ions lactate se décomposent en quelques heures en libérant des ions hydrogénocarbonate HCO_3^- .
- 4.1. Écrire l'équation de la réaction des ions hydrogénocarbonate HCO_3^- avec les ions oxonium H_3O^+ contenus dans une solution acide. (Se référer aux couples indiqués dans les données). La transformation associée sera considérée comme totale. (0,75 points)
- 4.2. Quelle est la conséquence d'une injection de lactate ou d'hydrogénocarbonate de sodium sur le pH des liquides physiologiques contenus dans le corps en cas d'excès d'acidité? (0,5 points)

Données : Couples AH/A^- ; H_3O^+/H_2O ; H_2O / HO^- ; HCO_3^- / CO_3^{2-} ; $(CO_2, H_2O) / HCO_3^-$.

PAGE ANNEXE
ANNEXE PHYSIQUE
Résolution numérique de l' équation différentielle par la méthode d' Euler

| date | Valeur de $(u_R)_t$ en V | Valeur de $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_t$ |
|----------------|--------------------------|---|
| $t_0 = 0$ s | $(u_R)_0 = 0,000$ | $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t_0} =$ |
| $t = \Delta t$ | $(u_R)_{\Delta t} =$ | $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{\Delta t} =$ |

ANNEXE CHIMIE

