

Devoir n°3 de Sciences Physiques – 3 heures

Exercice n°1

En électronique, les circuits RC, RL et RLC série sont très couramment utilisés. Cet exercice a pour but d'étudier, dans un premier temps, la réponse d'un dipôle RL à échelon de tension et le comportement d'un dipôle RC lors de la charge d'un condensateur puis dans un deuxième temps, l'amortissement et l'entretien des oscillations dans un circuit RLC série.

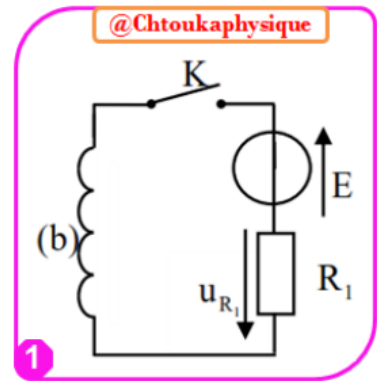
➤ **Partie I : Étude du dipôle RL (2,75 Pts)**

On réalise le montage, représenté dans la figure 1, comportant :

- Un générateur de f.e.m $E = 12\text{ V}$ et de résistance interne négligeable
- Un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 52\ \Omega$
- Une bobine (b) d'inductance L et de résistance interne r ,
- Un interrupteur K

À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on suit, à l'aide d'un oscilloscope, l'évolution de la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique en fonction du temps (fig 2)

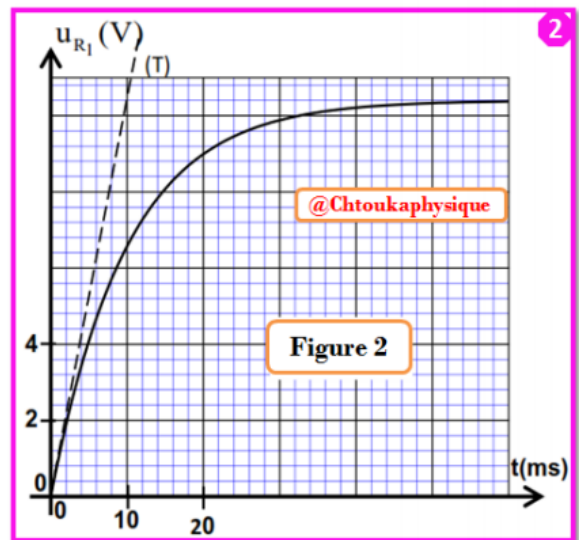
La droite (T) représente la tangente à la courbe à $t = 0$



1. 1 Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{R_1}(t)$ s'écrit sous la forme :

$$\frac{L}{r + R_1} \frac{du_{R_1}(t)}{dt} + u_{R_1}(t) = \frac{R_1}{(r + R_1)} E$$

1. 2 Déterminer l'expression de la tension $u_{R_1\text{max}}$, en régime permanent, en fonction des paramètres du circuit : E , R_1 et r
1. 3 Déterminer la valeur de la résistance r de la bobine
1. 4 Vérifier que $L = 0,6\text{ H}$



➤ **Partie II : Étude des dipôles RC et RLC**

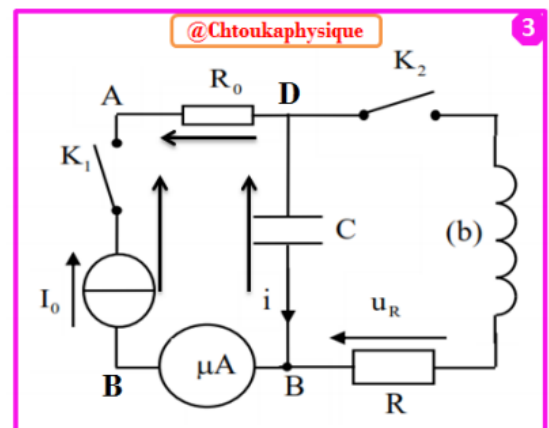
On réalise le montage expérimental, représenté dans la figure 3, comportant :

- Un générateur idéal de courant ;
- Un microampèremètre ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance R_0 et $R = 40\ \Omega$;
- Un condensateur de capacité C , non chargé initialement ;
- La bobine (b) précédente ;
- Deux interrupteurs K_1 et K_2

❖ **Étude du dipôle RC (2,75 Pts)**

On ferme l'interrupteur K_1 (K_2 ouvert) à l'instant $t = 0$. l'intensité du courant indiquée par le microampèremètre est $I_0 = 4\ \mu\text{A}$. un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la variation de la tension $u_{AB}(t)$ en fonction du temps (fig 4)

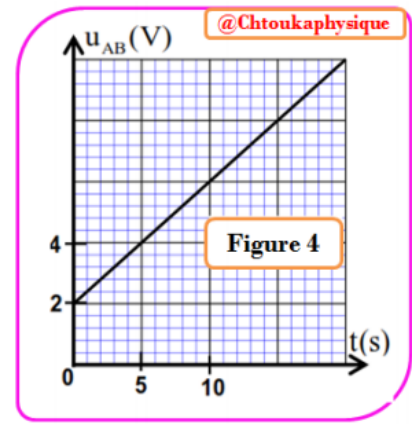
2. 1 Montrer que $q(t) = I_0 t$, avec $q(t)$ est la charge du condensateur à l'instant t
2. 2 En appliquant la loi d'additivité des tensions, Montrer que la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes du générateur idéal du courant s'écrit $u_{AB}(t) = R_0 \cdot I_0 + \frac{I_0}{C} t$



2. 3 En exploitant la courbe de la figure 4 ,
a) Trouver la valeur de la résistance R_0
b) Vérifier que $C = 10 \mu\text{F}$

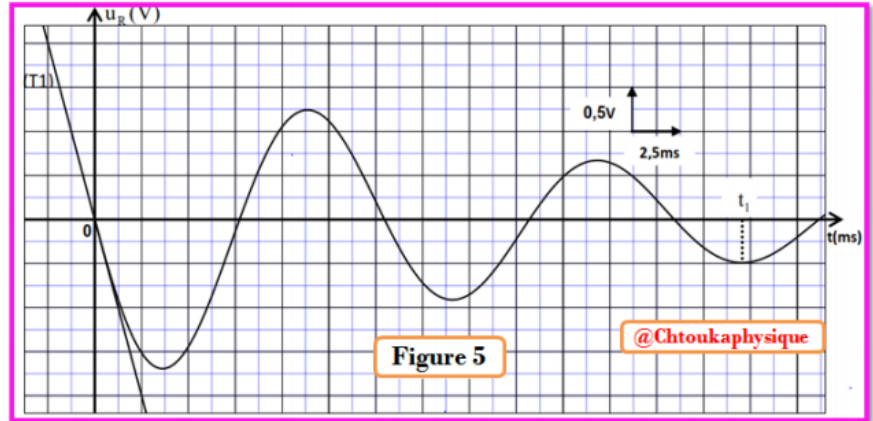
❖ **Étude du dipôle RLC (4,25 Pts)**

Lorsque la tension entre les bornes du condensateur prend la valeur $u_c = U_0 = 12 \text{ V}$, on ouvre K_1 et on ferme K_2 à un instant pris comme nouvelle origine des dates ($t = 0$) . et à l'aide d'un oscilloscope, on visualise l'évolution de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique en fonction du temps (figure 5) .



2. 4 Identifier le régime oscillatoire qui correspond à la courbe de la figure 5

2. 5 Déduire la valeur de l'inductance L , sachant que la valeur la pseudo-période T est égale à celle de la période propre T_0 de l'oscillateur électrique LC ($T = T_0$) . on prend $\pi^2 = 10$



2. 6 Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur
2. 7 montrer que l'énergie totale

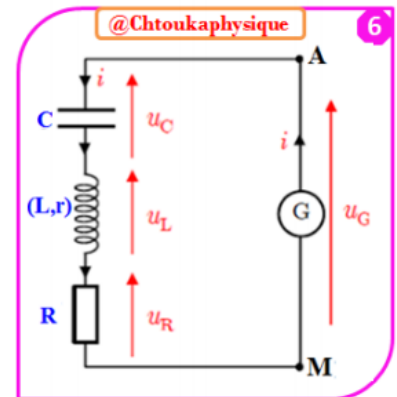
E_T diminue au cours du temps selon la relation $\frac{dE_T}{dt} = -(R + r) i^2 < 0$, Expliquer cette diminution

2. 8 Trouver $|E_j|$ l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instants $t = 0$ et $t = t_1$, sachant que $u_c(t_1) = -\frac{r+R}{R} u_R(t_1) \neq 0$

➤ **Partie II : Entretien des oscillations électriques (1,25 Pts)**

Pour entretenir les oscillations, on montre en série avec le condensateur de capacité C , le conducteur ohmique de résistante R et la bobine(b) précédemment étudiés, un générateur G qui délivre une tension proportionnelle à l'intensité du courant : $u_g(t) = K \cdot i(t)$

3. 1 Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$
3. 2 Déterminer la valeur de K pour que les oscillations électriques soient sinusoïdales ?



Exercice n°2 (Extrait CGS 2014)

F-3 Mouvement de l'électron autour du noyau - quantification de l'énergie.

F-3 -1 Rutherford décrit l'atome d'hydrogène par un modèle planétaire : l'électron de masse m décrit un mouvement circulaire de rayon r autour du noyau constitué d'un proton. La force gravitationnelle sera négligée devant la force électrostatique et on considérera, pour cette première partie (F-3-1), que les lois de la mécanique classique sont applicables.

F-3 -1-1 Donner l'expression de la force électrostatique exercée par le noyau sur l'électron.

F-3 -1-2 Le mouvement est circulaire uniforme. Exprimer la vitesse V de l'électron en fonction de la constante k ($k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,988 \cdot 10^9 \text{ SI}$), de sa masse m , de la charge élémentaire e et du rayon r de la trajectoire.

F-3-1- 3 Etablir l'expression de son énergie cinétique en fonction de k , e et r .

F-3-1- 4 Etablir l'expression de son énergie potentielle en fonction de k , e et r . En déduire l'expression de l'énergie totale en fonction de k , e et r puis de V .

F-3 -1-5 Différents faits expérimentaux ont conduit Bohr à formuler l'hypothèse suivante : l'électron ne peut se déplacer que sur des orbites privilégiées dont les rayons r_n obéissent à la loi :

$m.V_n.r_n = n \frac{h}{2\pi}$, relation où n est un entier positif, h la constante de Planck, V_n la vitesse de l'électron sur le cercle de rayon r_n et m sa masse.

- Donner l'expression du rayon r_n en fonction de k , h , m , e et n . Calculer r_1 .
- Montrer que l'énergie totale E_n de l'électron s'exprime par : $E_n = -\frac{\xi_1}{n^2}$. On donnera l'expression de ξ_1 en fonction de m , k , e et h et on vérifiera que $\xi_1 = 13,6 \text{ eV}$
- Pourquoi parle-t-on de la quantification de l'énergie de l'atome? Calculer E_1 , E_2 , E_3 et E_4 .
- Faire un schéma représentatif des niveaux d'énergie de l'atome.
- L'électron passe de l'état E_1 à l'état E_4 . Quelle cause peut faire passer l'énergie de l'électron du niveau E_1 au niveau E_4 ?
- L'électron passe du niveau E_4 à E_2 . Evaluer la fréquence du photon émis.

On donne : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ SI}$; $k = 8,988 \cdot 10^9 \text{ SI}$; $m = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;
 célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Exercice n°3

On dispose de cinq flacons contenant des solutions aqueuses différentes, mais de même concentration $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$:

- L'acide éthanoïque
- L'acide chlorhydrique
- Le chlorure de potassium
- L'hydroxyde de potassium
- L'ammoniaque.

Les étiquettes A, B, C, D et E de ces flacons ont été mélangées lors d'un rangement. Les pH sont mesurés à 25°C .

1. Identification des solutions

Le pH de la solution de B est égal à 12. Le dosage de B par C donne un pH égal à 7 à l'équivalence.

1.1 Identifier B et C.

1.2 Au cours du dosage de D par B, le pH à l'équivalence est égal à 8,2. Identifier D.

1.3 Le pH de la solution A est égal à 7. Identifier A.

1.4 Déduire des questions précédentes, la nature de la solution E.

2. Détermination du pK_A du couple ion ammonium/ammoniac.

On désire déterminer le pK_A du couple ammonium/ammoniac. Le pH de la solution d'ammoniac est 10,6.

2.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.

2.2 Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution.

2.3 Calculer le pK_A du couple ammonium/ammoniac.

3. Préparation de solution tampon

On veut préparer une solution tampon à partir de la solution d'ammoniac et de l'acide chlorhydrique.

3.1 Calculer le volume V_A d'acide chlorhydrique à ajouter à $V_B = 25 \text{ cm}^3$ de la solution d'ammoniac pour obtenir la solution tampon.

3.2 Citer les propriétés du mélange obtenu.