



**Institut
MBACKÉ MATHS**
Plus vous vous exercez, plus vous vous améliorez

INSTITUT MBACKE MATHS

COURS PRIVES EN LIGNE

+221 70 713 09 21



**Institut
MBACKÉ MATHS**
Plus vous vous exercez, plus vous vous améliorez

OSCILLATION ELECTRIQUE LIBRE ET FORCEE

❖ EXERCICE N°1

La bobine et le condensateur sont deux composants électriques courants, utilisés dans les circuits les plus divers: microprocesseurs d'ordinateurs, horloges électroniques, émetteurs et récepteurs radios et télé, amplificateurs, etc.
L'objectif visé dans cet exercice est d'étudier la charge d'un condensateur et sa décharge à travers une bobine.

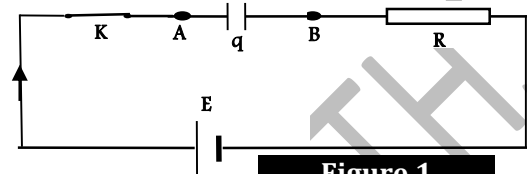


Figure 1

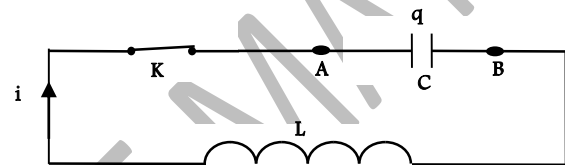


Figure 2

1/ Un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$, initialement déchargé est placé en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \text{ k}\Omega$, un interrupteur K et un générateur G de résistance négligeable qui maintient entre ses bornes une tension constante $U_0 = 5 \text{ V}$. Le circuit est schématisé ci-contre (figure1). L'interrupteur K est fermé à la date $t = 0$. Le sens d'orientation choisi est indiqué sur le schéma et q désigne la charge de l'armature liée à A. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{AB}(t)$ au cours de cette étape de charge du condensateur.

2/ Vérifier que $u_{AB}(t) = U_0 (1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle précédemment établie,

relation où τ est une constante que l'on exprimera en fonction de R et C. Calculer τ .

3/ Afin de vérifier expérimentalement la loi de variation de $u_{AB}(t)$ et de déterminer la valeur de τ , on relève la valeur de u_{AB} à différentes dates t. Ce qui a permis de tracer la courbe $u_{AB} = f(t)$ ci-dessous.

a/ L'allure du graphe obtenu est-il en accord avec l'expression de $u_{AB}(t)$ donnée en 2/ ?

b/ En utilisant la courbe, déterminer la valeur de τ . Comparer le résultat à la valeur théorique trouvée en 2/ et conclure.

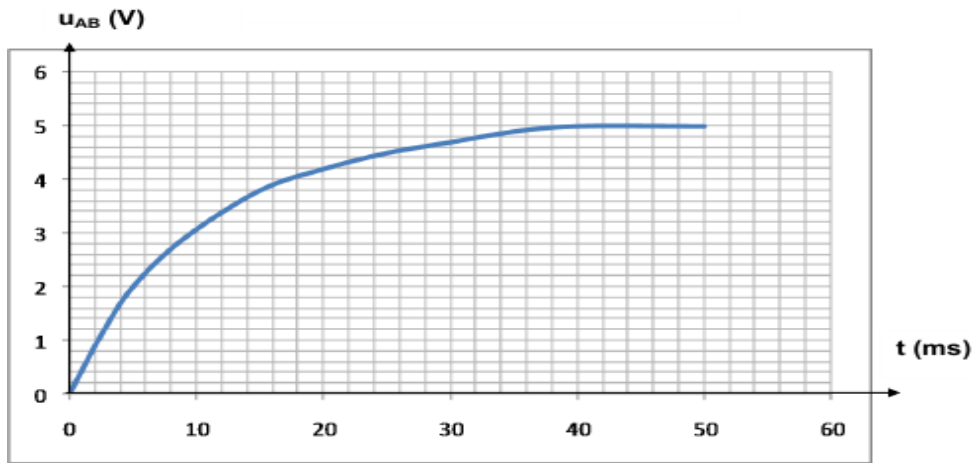
4/ Exprimer l'intensité instantanée du courant électrique $i(t)$ en fonction de $\frac{du_{AB}}{dt}$, dérivée première de

$u_{AB}(t)$ en fonction du temps. En déduire l'expression de $i(t)$ en fonction de U_0 , R, C et t. Représenter l'allure de la courbe $i(t) = f(t)$.

5/ A la date $t = 0$, le condensateur précédent, chargé sous la tension $U_0 = 5 \text{ V}$, est déchargé à travers une bobine d'inductance L et de résistance négligeable figure 2 ci-dessus.

a/ Etablir l'équation différentielle traduisant les variations de la charge $q(t)$ du condensateur.

b/ En déduire alors l'expression littérale puis numérique de la charge du condensateur en fonction du temps. Calculer la période des oscillations électriques du circuit. On prendra $L = 10 \text{ mH}$.



❖ EXERCICE N°2

On réalise le circuit électrique de la figure 1 ci-contre. On place le commutateur K en position (1).

Une fois que le condensateur est complètement chargé, on le bascule en position (2).

1/ Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge $q(t)$ au cours de la décharge du condensateur dans la bobine.

2/ Pourquoi appelle-t-on le circuit obtenu « oscillateur libre non amorti » ?

2/ La solution de l'équation différentielle est de forme: $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$.

On choisit $t = 0$ s date où la charge du condensateur est maximale (voir figure 2).

a/ Déterminer, à partir de la figure 2 ci-dessous, les valeurs numériques de Q_m , de la période propre T_0 de l'oscillateur et de la phase initiale φ de la charge q du condensateur.

b/ Déduire la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur.

c/ Ecrire alors l'expression numérique de $q(t)$.

d/ Déduire l'expression de l'intensité du courant $i(t)$.

3/a/ Donner l'expression de l'énergie électromagnétique E de l'oscillateur en fonction de q et de i .

b/ Montrer qu'elle restera constante au cours du temps et donner son expression en fonction de C et de Q_m .

c/ Sachant que $E = 50 \cdot 10^{-6}$ J, calculer la valeur numérique de C et déduire celle de l'inductance L de la bobine.

4/ Sur la figure 3 ci-dessous, on a représenté les variations au cours du temps de l'énergie emmagasinée dans l'un des dipôles (le condensateur ou la bobine).

a/ Préciser le nom de cette énergie.

b/ Ajouter sur la figure 2 l'énergie électromagnétique E de l'oscillateur et l'énergie emmagasinée dans l'autre dipôle.

c/ Que représente la date t_1 indiquée sur la figure 3. Donner sa valeur numérique.

d/ Quelles sont les transformations d'énergie qui ont lieu dans l'intervalle **Erreur !** puis l'intervalle **Erreur !** ?

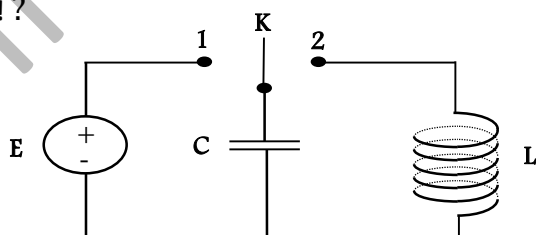


Figure 1

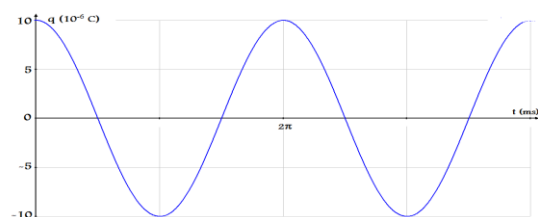


Figure 2

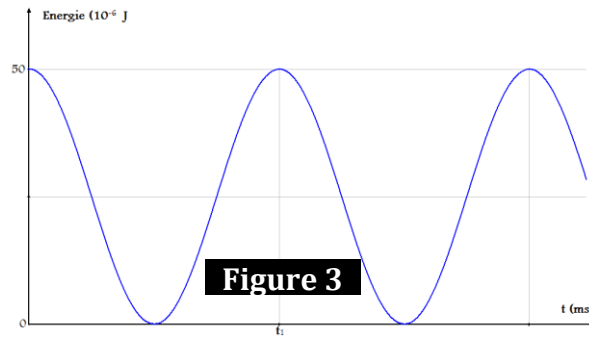


Figure 3

❖ **EXERCICE N°3**

Un dipôle est constitué de l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance $R=100 \Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 1,0 \text{ H}$ et de résistance $r = 8,5 \Omega$ et d'un condensateur de capacité C . Aux bornes de ce dipôle un générateur basse fréquence, GBF, impose une tension sinusoïdale de fréquence N et de valeur efficace constante (figure 1). Un branchement convenable à l'oscilloscope permet de visualiser la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique et la tension u_G aux bornes du générateur. On observe sur l'écran de l'oscilloscope, dans un ordre quelconque, les courbes (1) et (2) reproduites sur la figure 2.

La sensibilité verticale, la même sur les deux voies, est de $2,0 \text{ V / div}$. Le balayage horizontal est de 2 ms / div .

- 1/ Déterminer l'amplitude de la tension correspondant à chaque courbe.
- Des courbes (1) et (2), quelle est celle qui correspond à la tension u_G aux bornes du GBF ? Justifier la réponse.
- 2/ Reproduire la figure 1 sur la feuille de copie et faire figurer les branchements à l'oscilloscope permettant d'obtenir ces courbes.
- 3/ Déterminer la fréquence de la tension délivrée par le GBF.
- 4/ Calculer, en valeur absolue, la différence de phase entre la tension $u_G(t)$ et l'intensité $i(t)$ du courant électrique. Préciser la grandeur électrique en avance de phase.
- 5/ Etablir, en fonction du temps, les expressions de l'intensité du courant $i(t)$ et de la tension $u_G(t)$ délivrée par le GBF; la date $t = 0$ correspond au point O de la figure 2.
- 6/ Calculer la valeur de la capacité C du condensateur.
- 7/ On règle la fréquence de la tension aux bornes du GBF de sorte que le circuit fonctionne en résonance d'intensité.
 - a/ Calculer la nouvelle valeur de la fréquence de la tension délivrée par le GBF.
 - b/ Représenter, qualitativement, l'allure des courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope

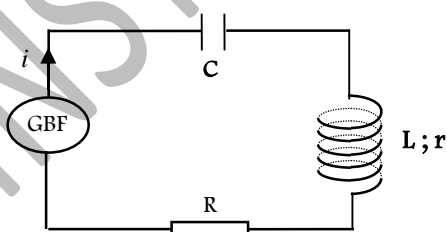


Figure 1

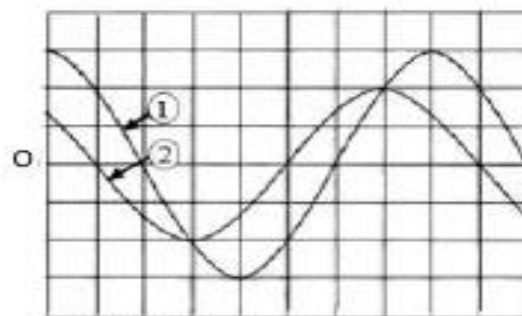
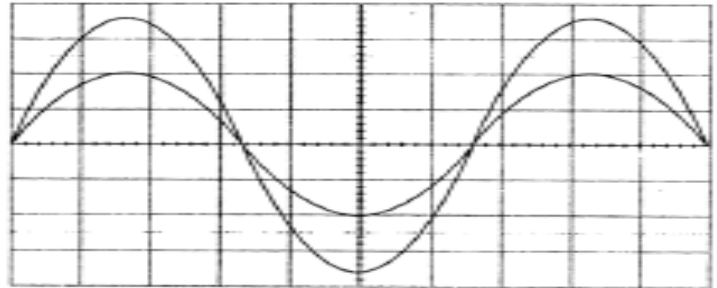
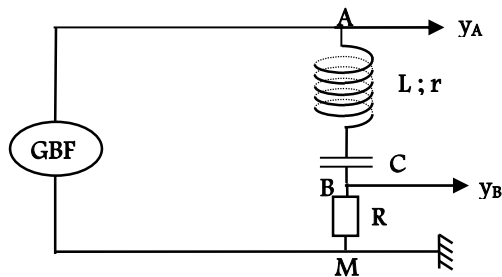


Figure 2

❖ EXERCICE N°4

Un GBF délivre une tension sinusoïdale de fréquence f aux bornes d'un dipôle comprenant en série :

Une bobine d'inductance L et de résistance r ; un condensateur de capacité $C = 100 \text{ nF}$ et conducteur ohmique de résistance totale $R = 10 \Omega$.



La figure ci-dessus représente ce qu'on observe sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants:

sensibilités verticales sur les deux voies: 0,5 V/division ; balayage horizontal: 0,1 ms/division.

- 1/ Déterminer la période T de la tension sinusoïdale $u(t)$ délivrée par le G.B.F. En déduire la fréquence f et la pulsation correspondantes.
- 2/ Déterminer les valeurs maximales de la tension U_m aux bornes du dipôle et de la tension U_{Rm} aux bornes du résistor. En déduire la valeur maximale I_m de l'intensité du courant.
- 3/ Déterminer le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$. Dans quel état se trouve le circuit ?
- 4/ Etablir la relation entre U_m et U_{Rm} faisant intervenir R et r . Déterminer r .
- 5/ Rappeler la relation donnant la fréquence des oscillations en fonction de L , la pulsation et C dans le cas particulier envisagé. Que vaut L ?

❖ EXERCICE N°5

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves d'un lycée se proposent de déterminer la capacité d'un condensateur, l'inductance et la résistance d'une bobine trouvés dans le laboratoire, sans aucune étiquette.

Pour cela, ces élèves disposent du matériel suivant:

► un générateur de basses fréquences (GBF), un conducteur ohmique de résistance $R = 80 \Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C , un ampèremètre de résistance négligeable, un voltmètre et des fils de connexion en quantité suffisante.

Les élèves réalisent un montage en série avec la bobine, le conducteur ohmique, le condensateur, l'ampèremètre et le générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale. Le voltmètre, branché aux bornes M et N du GBF, permet de vérifier que la tension efficace à ses bornes est maintenue constante et égale à $U = 1,00 \text{ V}$.

- 1/ Représenter le schéma du circuit électrique réalisé par les élèves.
- 2/ Les élèves font varier la fréquence f de la tension délivrée par le GBF, relèvent l'intensité efficace I correspondante et obtiennent le tableau suivant :

f (Hz)	300	500	600	650	677	700	755	780	796	850	900	1000
I (mA)	0,74	1,90	3,47	5,20	6,61	8,05	9,35	7,48	6,61	4,50	3,44	2,40

a/ Tracer la courbe de l'intensité efficace I en fonction de la fréquence f: $I = g(f)$.

Echelles : en abscisses : 15 mm \rightarrow 100 Hz ; en ordonnées : 20 mm \rightarrow 1 mA

b/ Déterminer graphiquement la fréquence f_0 de résonance du circuit.

c/ Calculer l'impédance Z du circuit pour $f = f_0$. En déduire la résistance r de la bobine

d/ Déterminer la largeur de la bande passante β du circuit.

e/ Calculer l'impédance du circuit aux extrémités de la bande passante.

3/ Ces élèves admettent que la largeur β de la bande passante est telle que: $\beta = \frac{1}{2p} \times \frac{R_T}{L}$; relation

où R_T désigne la résistance totale du circuit oscillant. Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine et celle de la capacité C du condensateur.