

Série n° 11

Oscillations électriques forcées – Réaction acide-base

Exercice n° 1 :

A. On étudie la résonance d'intensité d'un dipôle comprenant un résistor de résistance R variable, une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$ et un ampèremètre de résistance négligeable. Ce circuit est alimenté par un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de fréquence N variable et de valeur efficace constante $U = 4,5 \text{ V}$ (*figure -1-*).

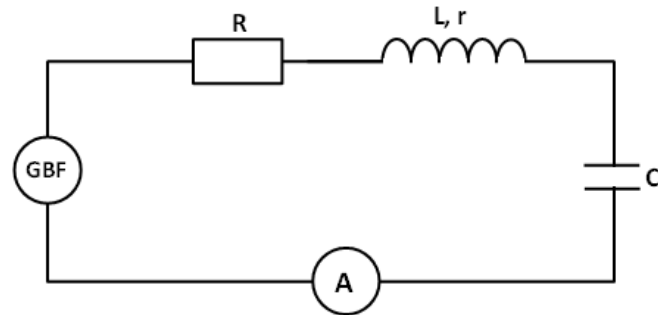


Figure -1-

La valeur de la résistance R est ajustée de façon qu'elle prenne successivement les valeurs $R_1 = 20 \Omega$ et $R_2 = 110 \Omega$. On fait varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur, et pour chaque valeur de N on relève l'intensité efficace I du courant circulant dans le circuit, puis on trace la courbe $I = f(N)$ pour les deux valeurs de R choisies. On obtient le graphique de la *figure -2-*.

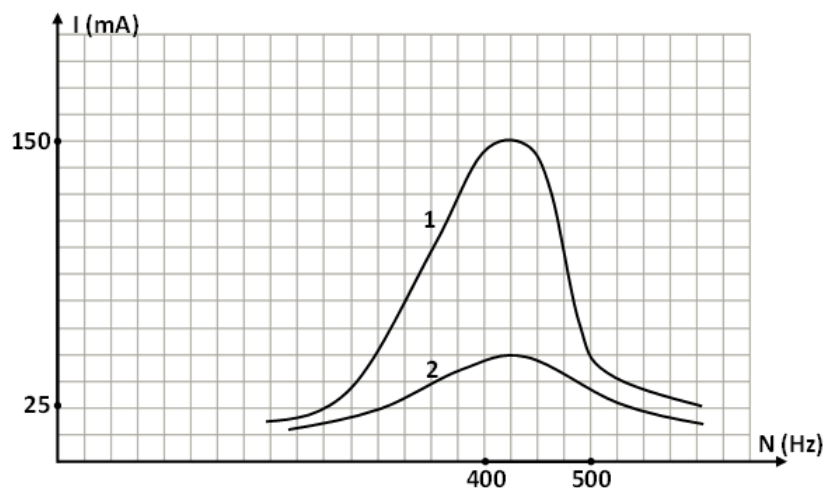
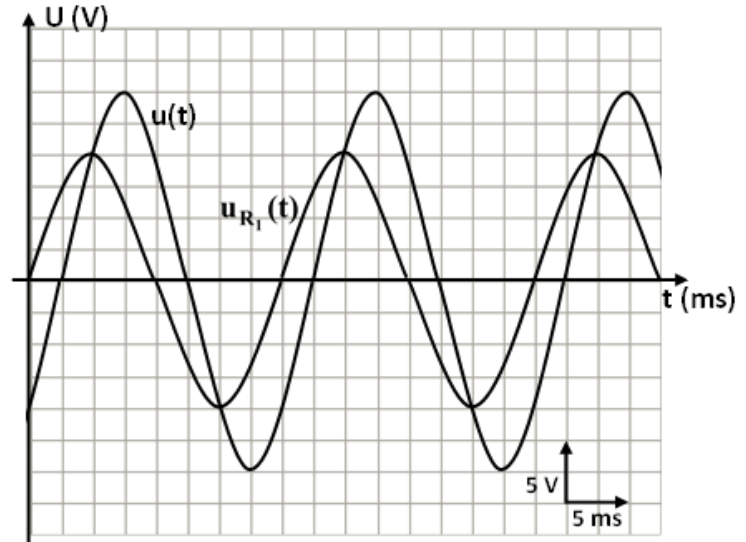


Figure -2-

- 1) À quelle résistance, R_1 ou R_2 correspond la courbe 1 ? Justifier la réponse.
 - 2) Déduire de la courbe 1 la fréquence de résonance du circuit.
 - 3) Que peut-on dire de l'influence de la valeur de la résistance du circuit sur la fréquence de résonance ?
 - 4) Déterminer l'inductance L et la résistance r de la bobine.
 - 5) Calculer le facteur de surtension Q du circuit dans le cas 1.
- B. On s'intéresse au phénomène de résonance d'intensité étudié à l'oscilloscope pour un circuit RLC analogue à celui représenté par le *figure -1-*, tels que : $C_1 = 10^{-5} \text{ F}$, $R_1 = 200 \Omega$, et L_1 et r_1 sont inconnues.
- 1) a) Reproduire le schéma de la *figure -1-* et indiquer les branchements de l'oscilloscope qui permettent de visualiser, sur la voie A : la tension aux bornes du générateur $u(t)$, et sur la voie B : la tension aux bornes du résistor $u_{R_1}(t)$.
 - b) Laquelle des deux tensions permet d'étudier l'intensité du courant ? Justifier.

- 2) On modifie la fréquence N de la tension délivrée par le générateur de manière à chercher la résonance d'intensité. Au cours de cette recherche, on observe pour une fréquence N_1 du générateur les courbes représentées ci-contre.



Déterminer :

- La valeur numérique de la fréquence N_1 .
- Le déphasage de $u(t)$ par rapport à $u_{R_1}(t)$.
- Les valeurs maximales U_m de $u(t)$ et $U_{R_{1m}}$ de $u_{R_1}(t)$.
- En déduire la valeur de l'impédance Z du circuit.
- Faire le diagramme de Fresnel correspondant. Déterminer les valeurs de r_1 et L_1 .
- Lorsque la résonance est atteinte, quelle particularité présente les deux courbes ? Quel est alors le rapport d'amplitude de ces deux courbes ?

Exercice n° 2 :

On considère deux solutions acides (S_1) et (S_2) de même concentration molaire $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$: (S_1) est une solution de chlorure d'hydrogène (HCl) de $\text{pH} = 2$ et (S_2) est une solution d'acide méthanoïque (HCOOH) de $\text{pH} = 2,9$.

- Montrer que l'une est une solution d'acide fort et l'autre une solution d'acide faible. On écrira les équations des réactions de ces deux acides avec l'eau.
- Déterminer le pK_a du couple correspondant à l'acide faible.
- Soient V_1 et V_2 les volumes d'eau à ajouter à un même volume $V = 10 \text{ cm}^3$ respectivement de (S_1) et (S_2) pour obtenir deux solutions (S'_1) et (S'_2) de même $\text{pH} = 3,4$. On notera V'_1 et V'_2 les volumes des solutions (S'_1) et (S'_2) obtenues. Déterminer V_1 et V_2 .

Exercice n° 3 :

On dispose de trois flacons (a), (b) et (c) contenant chacun une solution aqueuse d'acide de même concentration molaire $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Flacon	Solution de	pK_a	Valeurs proposées pour le pH		
(a)	NH_4Cl	9,2	10,6	5,6	2
(b)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	4,2	7	8,2	3,1
(c)	CH_3COOH	4,8	2	3,4	7

- Classer ces acides selon leur force croissante. Justifier votre réponse.
 - Donner la formule de la base conjuguée de chaque acide.
 - À l'aide du tableau et sans calcul, indiquer, en le justifiant, le pH de chaque solution.
- Montrer, en précisant les approximations utilisées, que le pH d'une solution d'un monoacide faible AH de molarité C , avec ($10^{-6} \text{ M} \leq C \leq 10^{-1} \text{ M}$), a pour expression :

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_a - \log C).$$

On suppose que l'acide est faiblement ionisé.

- Montrer que le taux d'avancement final τ_F de la réaction d'un acide avec l'eau s'écrit

$$\tau_F = \sqrt{\frac{\text{K}_a}{C}}.$$
 - Calculer τ_F pour chacun de ces acides et montrer que le classement précédent dans 1) a) est vérifié.
- On prélève 6 cm^3 de la solution contenue dans le flacon (a) et on lui ajoute 24 cm^3 d'eau pure. Le pH de la solution obtenue a pour valeur **5,95**.
 - Comparer le nombre de moles des ions H_3O^+ avant et après l'addition de l'eau.
 - En déduire l'effet de la dilution sur l'ionisation de l'acide.

Exercice n° 4 :

On se propose d'étudier l'effet de la dilution sur le pH d'une solution aqueuse de base faible.

On prépare un volume $V_0 = 200 \text{ cm}^3$ d'une solution aqueuse (S_0) d'éthanoate de sodium (CH_3COONa) de concentration molaire initiale $c_0 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ en dissolvant une masse m de ce sel, supposé pur et sec, dans l'eau pure. Le pH de la solution obtenue est $\text{pH}_0 = 8,9$.

- Calculer m .
- Écrire l'équation de la réaction qui accompagne la dissolution et qui justifie le pH mesuré. On rappelle que l'éthanoate de sodium se dissocie totalement dans l'eau.



- 3) a) Dresser le tableau descriptif d'évolution correspondant à la réaction de la base faible avec l'eau.
 b) Déterminer pour la solution (S_0) l'expression du taux d'avancement final τ_F de la réaction en fonction de pH_0 , pK_e et C_0 . Calculer τ_F .
 c) Montrer, en justifiant les approximations utilisées, que la constante d'acidité du couple CH_3COOH / CH_3COO^- a pour expression : $K_a = \frac{10^{-pH}}{\tau_F}$.
 d) En déduire que : $pK_a = 2pH_0 - pK_e - \log C$.
- 4) On prélève un volume $V = 10 \text{ cm}^3$ de (S_0) et on y ajoute un volume V_e d'eau pure. Soit C la concentration de la solution (S) diluée obtenue.
 a) Établir la relation entre C , V_e , C_0 et V .
 b) En admettant que τ_F reste faible même à la suite de la dilution, montrer que le pH de la solution diluée est donné par la relation : $pH = pH_0 - \frac{1}{2} \log \left(1 + \frac{V_e}{V} \right)$.
- 5) Calculer le pH de la solution (S) pour $V_e = 90 \text{ cm}^3$ et en déduire l'effet de la dilution sur le pH de la solution.
 On donne : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(Na) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$.