EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES
DEVOIR DE CONTROLE N°2 (2ème TRIMESTRE)

Prof : Maâlej Med Habib
Année Scolaire : 2014 /2015
Classe : 4ème Math 2
Date : Février 2015
Durée : 2 Heures.

L'épreuve comporte deux exercices de chimie et un exercice de physique répartis sur quatre pages numérotées de **1/4** à **4/4**. Les pages **3/4 et 4/4** sont à remplir par l'élève et à remettre avec la copie.

/ CHIMIE :
Exercice N°1 : Loi de modération
Exercice N°2 : Acide, Base

/ PHYSIQUE :
Oscillateur électrique forcé

N.B : */ Il est absolument interdit d'utiliser le correcteur.
*/ Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction ainsi que de sa concision.

CHIMIE : (7 points)

EXERCICE N°1 : (5 points)

On considère les équilibres de dissociation énergétiques des hydracides halogénés en phase gazeuse :

$$2HX_{(gaz)} \underset{❷}{\overset{❶}{\rightleftarrows}} H_{2\,(gaz)} + X_{2\,(gaz)}$$

Où X désigne l'un des halogènes Chlore (**Cl**) , Brome (**Br**) ou Iode (**I**).

On considère l'halogène Iode I :

Pour étudier la dissociation de l'iodure d'hydrogène (HI), on réalise l'expérience suivante :

On dispose de deux enceintes E_1 et E_2 identiques de volume V constant.

On introduit aux même instant, de date t = 0, dans chacune des deux enceintes E_1 et E_2, quatre moles d'iodure d'hydrogène.

On maintient la température constante à T_1 = 800°C dans E_1 et à T_2 = 1500°C dans E_2.

En suivant l'avancement de la réaction dans chaque enceinte, on trouve les résultats suivants :

ENCEINTE	TEMPERATURE	TAUX D'AVANCEMENT FINAL
E_1	T_1 = **800°C**	$\tau_{f\,1}$ = **0,24**
E_2	T_2 = **1500°C**	$\tau_{f\,2}$ = **0,34**

1°) Calculer l'avancement final x_f dans chaque enceinte.

2°) La vitesse de la réaction s'annule à la date t_1 dans E_1 et à la date t_2 dans E_2. Comparer t_1 et t_2. Justifier la réponse.

3°) Tracer sur un même système d'axes les allures des courbes représentant l'évolution de l'avancement x de la réaction en fonction du temps pour chacun des deux cas précédents.

4°) Déterminer le caractère énergétique de la réaction de synthèse de l'iodure d'hydrogène.

5°) On maintient la température et le volume constants, dans E_1 et on y introduit une mole d'un gaz inerte. Que se passe-t-il ? Justifier.

6°) Expliquer qualitativement, la méthode expérimentale avec la quelle agit un chimiste qui veut favoriser la formation du gaz diiode .

7°) On refait la même expérience dans l'enceinte E_2 avec les mêmes conditions expérimentales , en remplaçant l'iodure d'hydrogène (HI) par le bromure d'hydrogène (HBr). Le taux d'avancement final devient 0,12. Conclure.

EXERCICE N°2 : (2 points)

1°) a) Définir une monobase de Bronsted.

b) Ecrire l'équation de la demi réaction de définition de la base HPO_4^{3-}.

2°) Définir une base forte, donner un exemple et écrire l'équation sa réaction dans l'eau, en indiquant les couples acide / base mis en jeu.

3°) Définir une base faible, donner un exemple et écrire l'équation de sa réaction dans l'eau, en indiquant les couples acide / base mis en jeu.

PHYSIQUE : (13 points)

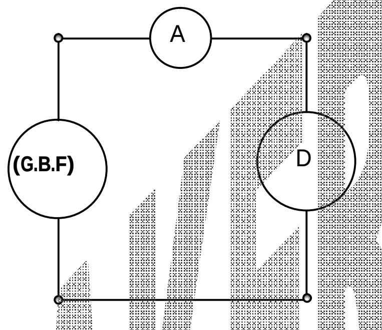


Figure -1-

Les deux parties I et II sont indépendantes.

*Le circuit électrique de la **figure -1-** comporte :*

****/** Un dipôle D. ***/** Un ampèremètre A.*

****/** Un générateur basse fréquence (G.B.F), délivrant une tension sinusoïdale $u_e(t) = U_{em}\cos(2\pi N_e t)$, telle que l'amplitude U_{em} est constante et égale à $6\sqrt{2}$ V et de fréquence N_e réglable.*

L'intensité du courant électrique est $i(t) = I_m\cos(2\pi N_e t + \varphi_i)$.

PARTIE I :

Le dipôle D est constitué par un condensateur de capacité C, initialement déchargé, un résistor de résistance R_0 et une bobine b d'inductance L et de résistance r, tous placés en série.

***1°)** Etablir l'équation différentielle reliant dans l'ordre suivant, l'intensité du courant $i(t)$, sa dérivée première $\frac{di(t)}{dt}$ et sa dérivée seconde $\frac{d^2i(t)}{dt^2}$, notée (I).*

***2°) a)** Transformer l'équation (I) en une équation sinusoïdale, puis associer à chacun de ses termes son vecteur de FRESNEL à l'instant de date t = 0.*

***b)** Faire la construction de FRESNEL correspondante, en considérant une phase φ_i négative. Utiliser la **figure -2- de la page 3/4**.*

***c)** En utilisant la construction de FRESNEL, établir l'expression de l'impédance Z du dipôle D en fonction de L, r, C, R_0 et N_e.*

***d)** Définir le déphasage $\Delta(\varphi)$ de l'intensité $i(t)$ par rapport à $u_e(t)$. Etablir l'expression de $tg[\Delta(\varphi)]$ en fonction de L, r, C, R_0 et N_e.*

***e)** Sachant que, $R_0 = 20\,\Omega$, $r = 10\,\Omega$, $C = 0{,}47\,\mu F$, $L = 0{,}178$ H et $N_e = 600$ Hz, écrire l'expression de $i(t)$ en précisant les valeurs numériques de l'amplitude I_m et de la phase φ_i.*

***f)** En déduire l'expression de $u_{R0}(t)$.*

***3°) a)** Donner le branchement d'un oscilloscope bicourbe qui permet de visualiser sur son écran, la tension $u_e(t)$ sur la voie X et la tension $u_{R0}(t)$ sur la voie Y.*

***b)** On observe sur la **figure -3- de la page 3/4**, seulement l'oscillogramme $u_e(t)$, suite à une faute de connexion. Compléter cette figure en traçant l'oscillogramme $u_{R0}(t)$. Respecter les calibres donnés.*

PARTIE II :

*Avec le même circuit de la **figure -1-**, on réalise trois expériences différentes, en changeant le dipôle D.*

****/ Expérience n°1 :** Le dipôle D est constitué par un condensateur de capacité C_1, initialement déchargé.*

****/ Expérience n°2 :** Le dipôle D est constitué par une bobine b_2 d'inductance L_2 et de résistance r_2.*

****/ Expérience n°3 :** Le dipôle D est constitué par une bobine b_3 d'inductance L_3 et de résistance r_3 en série avec un condensateur de capacité C_3 initialement déchargé.*

*Au cours de chaque expérience, on fait varier la fréquence N_e du (G.B.F) et on mesure l'intensité efficace I dans le circuit. On trace la courbe de réponse en intensité maximale I_m sur un intervalle de fréquence variant de 0 à 1000 Hz. On obtient les trois courbes ❶, ❷ et ❸ représentées par la **figure -4- de la page 4/4**.*

***1°)** Dire pour chaque expérience, quelle est la réponse du dipôle D à la tension appliquée par le (G.B.F), si on fait varier la fréquence N_e*

***2°)** Déduire à partir des courbes ❶ et ❷ les valeurs numériques de C_1, L_2 et r_2.*

***3°) a)** Définir le phénomène de résonance d'intensité.*

***b)** En utilisant la courbe ❸, déterminer la fréquence de résonance N_{er}, en déduire r_3.*

***c)** Sachant que le coefficient de surtension à la résonance Q = 4,35, calculer L_3 et C_3.*

***4°)** Comparer r_2 à r_3 ; L_2 à L_3 et C_1 à C_3.*

On constate que la courbe de réponse de l'expérience n°3 présente avec les deux autres courbes des parties semblables, justifier cette observation.

NOM ET PRENOM : **CLASSE :**

FEUILLE A REMETTRE AVEC LA COPIE

Figure -2-

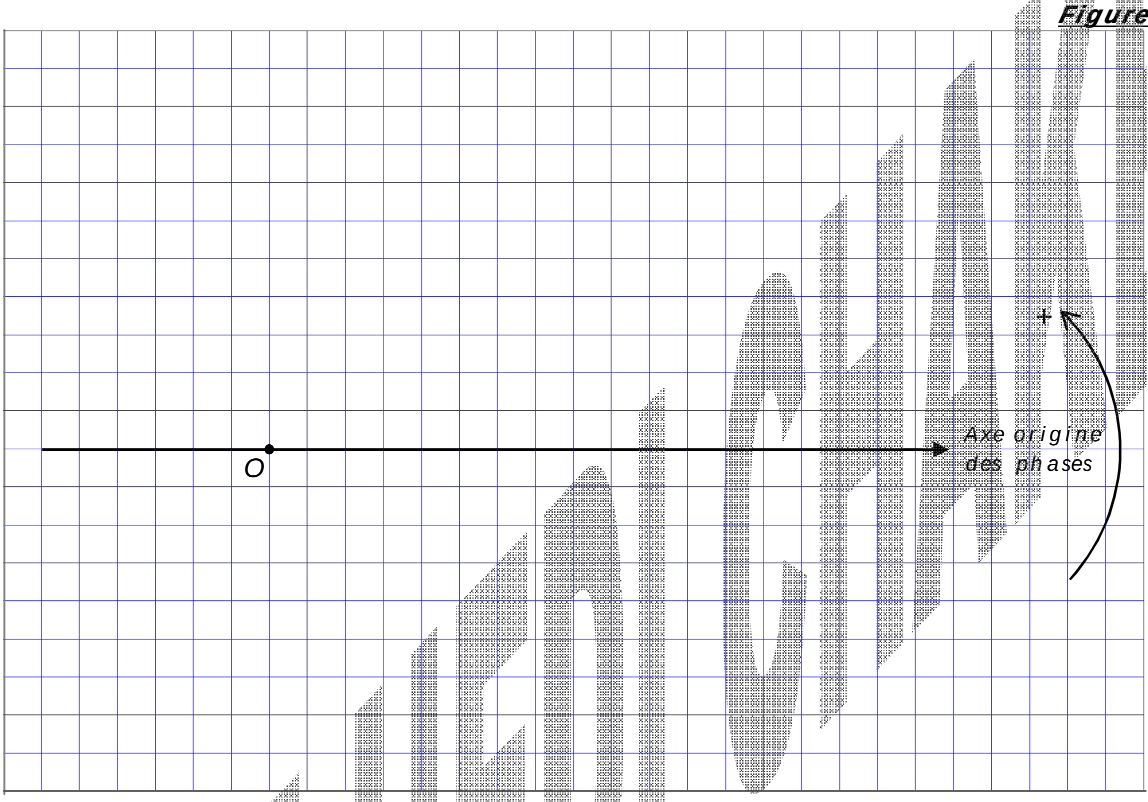
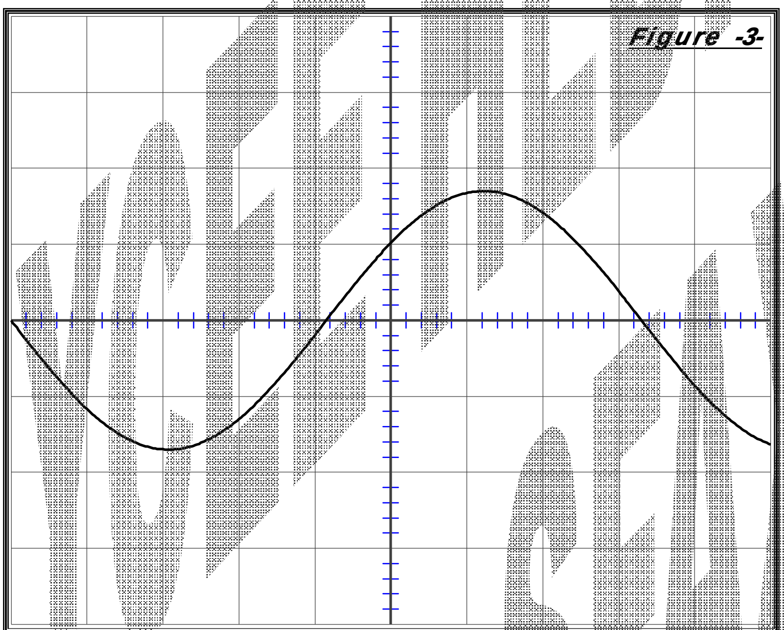


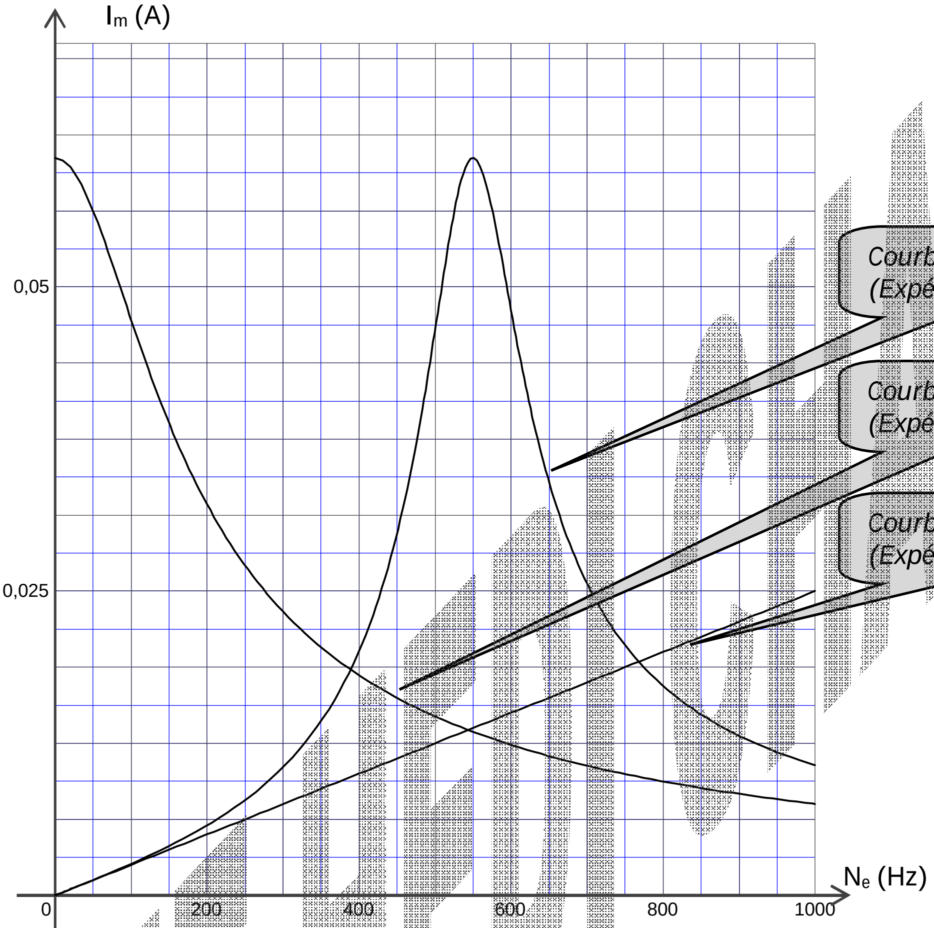
Figure -3-



*/ Calibre des temps :
0,2 ms / div.

*/ Calibre des tensions sur la voie Y :
500 mV / div

Figure -4-



Im (A)
0,05
0,025
0
200
400
600
800
1000
Ne (Hz)
Courbe ❸ (Expérience n°3)
Courbe ❷ (Expérience n°2)
Courbe ❶ (Expérience n°1)

CHIMIE : (7 points)

EXERCICE N°1 : (5 points)

1°) Calcul de l'avancement final x_f dans chaque enceinte :

$$2HI_{(gaz)} \underset{❷}{\overset{❶}{\rightleftarrows}} H_{2\,(gaz)} + I_{2\,(gaz)}$$

	$2HI$	H_2	I_2
t = 0 :	4 mol	0	0
t_{final} :	$4 - 2x_f$	x_f	x_f

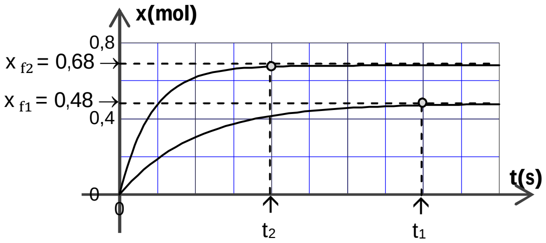
$\tau_f = \dfrac{x_f}{x_{max}} \Leftrightarrow x_f = \tau_f \cdot x_{max}$, d'autre part $4 - 2x_{max} = 0 \Leftrightarrow$ $x_{max} = 2$ mol . Alors $x_f = 2\,\tau_f$

*/ Dans E_1 : $x_{f1} = 2\,\tau_{f1} = 0{,}48$ mol. */ Dans E_2 : $x_{f2} = 2\,\tau_{f2} = 0{,}68$ mol.

2°) */ Comparaison de t_1 et t_2 : t_2 doit être inférieur à t_1.

***/ Justification :** Intervention du facteur cinétique température. En passant de E_1 à E_2, la température↑, la réaction sera accélérée, et par suite la durée de la réaction↓, donc $t_2 < t_1$.

3°) Allures des courbes de l'avancement x =f(t) :



4°) Détermination du caractère énergétique de la réaction de synthèse de l'iodure d'hydrogène :

E_1 : $T_1 = 800°C$, $x_{f1} = 0{,}48$ mol ⟶ E_2 : $T_2 = 1500°C$, $x_{f2} = 0{,}68$ mol.

*/ D'après l'énoncé, si T↑, x_f↑ on favorise le sens ❶.

*/ D'après la loi de modération, si T↑, on favorise le sens endothermique

*/ En conclusion le sens ❶ est endothermique, et par suite la synthèse de l'iodure d'hydrogène (❷) est exothermique.

5°) */On maintient la température et le volume constants, dans E_1 et on y introduit une mole d'un gaz inerte. Que se passe-t-il ? Il y'a augmentation de pression qui n'a pas d'effet sur l'équilibre.

***/Justification :** *D'après la loi de modération relative à la pression*, l'augmentation de pression n'a pas d'effet sur l'équilibre, car le nombre de mole total gaz des réactifs et des produits de réaction ne change pas.

6°) Méthode expérimentale pour favoriser la formation du gaz diiode I_2 :

Favoriser la formation du gaz diiode I_2, c'est-a dire favoriser le sens ❶.

*/ Ajouter HI */ Pomper I_2 formé */ Pomper H_2 formé */ Augmenter la température.

7°) On refait la même expérience dans E_2, en remplaçant (HI) par (HBr). Le taux d'avancement final devient 0,12. Conclure.

Le τ_f ↓, on peut conclure que la dissociation des hydracides halogénés dépend de la nature de l'halogène.

EXERCICE N°2 : (2 points)

1°) a) Définir une monobase de Bronsted :

Selon le chimiste BRONSTED, une monobase est une entité chimique, électriquement chargée ou non, pouvant capter un ion hydrogène H^+ au cours d'une réaction chimique.

b) Ecrire l'équation de la demi réaction de définition de la base HPO_4^{3-}. $HPO_4^{3-} + H^+ \rightleftarrows H_2PO_4^{2-}$

2°) */Définition d'une base forte + Exemple : Une base est dite forte si sa dissolution dans l'eau est totale. Elle est alors plus forte que OH^- . Exemple : L'hydroxyde de sodium NaOH, ou plus précisément l'ion OH^- de L'hydroxyde de sodium

***/ Equation de sa réaction dans l'eau :** $OH^- + H_2O \longrightarrow H_2O + OH^-$

***/ Couples acide / base mis en jeu.** H_2O/OH^- ; H_2O/OH^-

3°) */Définition d'une base faible + Exemple: Une base est dite faible si sa dissolution dans l'eau est limitée. Elle est alors plus forte que H_2O et moins forte que OH^- . Exemple : Les ions carboxylates : $RCOO^-$

***/ Equation de sa réaction dans l'eau :** $RCOO^- + H_2O \rightleftarrows OH^- + RCOOH$

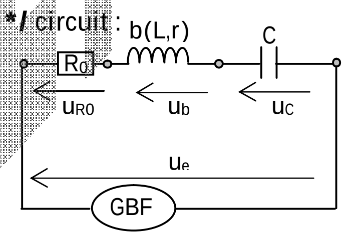
***/ Couples acide / base mis en jeu :** $RCOOH/RCOO^-$; H_2O/OH^-

PHYSIQUE : (13 points)

PARTIE I :

1°) Equation différentielle reliant dans l'ordre : $i(t)$, $\dfrac{di(t)}{dt}$ et $\dfrac{d^2i(t)}{dt^2}$, notée (I).

*/ circuit :



*/ Loi des mailles : $u_{R0} + u_b + u_C - u_e = 0$.

*/ Detail : $u_{R0} = R_0\, i$; $u_b = L\dfrac{di}{dt} + r\, i$; $u_C = \dfrac{q}{C}$.

$\left[\ \dfrac{q}{C} + R_0\, i + L\dfrac{di}{dt} + r\, i = u_e\ \right]$, dérivons cette égalité par rapport au temps.

On obtient l'équation: $\dfrac{1}{C}\, i + (R_0 + r)\dfrac{di}{dt} + L\dfrac{d^2i}{dt^2} = \dfrac{du_e}{dt}$, notée (I).

2°) a) */ Transformation de l'équation (I) en une équation sinusoïdale :

$u_e(t) = U_{em}\cos(2\pi N_e t) = U_{em}\cos(\omega_e t)$, On travaille avec $\omega_e = 2\pi N_e$

$i(t) = I_m\cos(2\pi N_e t + \varphi_i) = I_m\cos(\omega_e t + \varphi_i)$

$$\frac{1}{C}\, i + (R_0+r)\frac{di}{dt} + L\frac{d^2i}{dt^2} = \frac{du_e}{dt} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{C} I_m\cos(\omega_e t + \varphi_i) + (R_0+r) I_m\omega_e\cos(\omega_e t + \varphi_i + \frac{\pi}{2}) + L I_m\omega_e^2\cos(\omega_e t + \varphi_i + \pi) = U_{em}\omega_e\cos(\omega_e t + \frac{\pi}{2})$$

****/ Associer à chacun des termes le vecteur de FRESNEL à l'instant de date t = 0.***

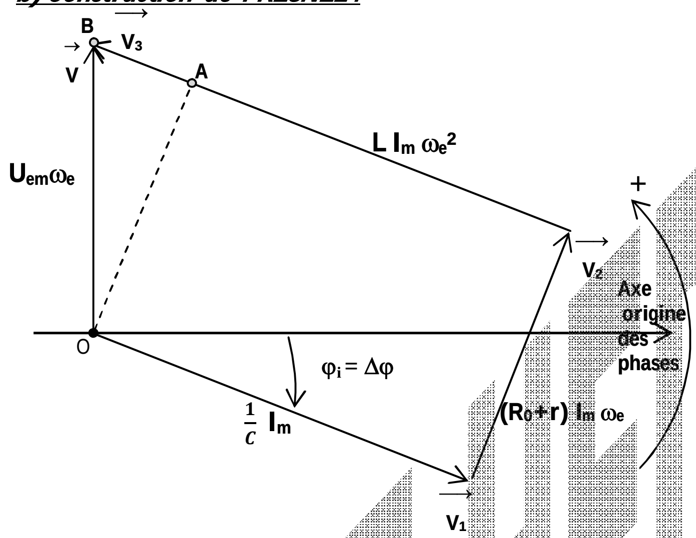
*/ Premier terme: $\frac{1}{C} I_m\cos(\omega_e t + \varphi_i) \longrightarrow \vec{V_1}\ [\frac{1}{C} I_m ; \varphi_i]$

*/ Deuxième terme: $(R_0+r) I_m\omega_e\cos(\omega_e t + \varphi_i + \frac{\pi}{2}) \longrightarrow \vec{V_2}\ [(R_0+r) I_m\omega_e ; \varphi_i + \frac{\pi}{2}]$

*/ Troisième terme : $L I_m\omega_e^2\cos(\omega_e t + \varphi_i + \pi) \longrightarrow \vec{V_3}\ [L I_m\omega_e^2 ; \varphi_i + \pi]$

*/ Quatrième terme: $U_{em}\omega_e\cos(\omega_e t + \frac{\pi}{2}) \longrightarrow \vec{V}\ [U_{em}\omega_e ; \frac{\pi}{2}]$

b) Construction de FRESNEL :



c) Expression de l'impédance Z =f(L, r, C, R₀ et Nₑ)

On applique Pythagore dans Fresnel :

Dans le triangle (OAB) rectangle en A, on écrit :

$OB^2 = OA^2 + AB^2 \Leftrightarrow$

$[U_{em}\omega_e]^2 = [(R_0+r) I_m\omega_e]^2 + [L I_m\omega_e^2 - \frac{1}{C} I_m]^2$

$U_{em}^2\omega_e^2 = \omega_e^2 I_m^2 \{[(R_0+r)]^2 + [L\omega_e - \frac{1}{C\omega_e}]^2\}$

$$Z = \sqrt{(R_0+r)^2 + \left(L\omega_e - \frac{1}{C\omega_e}\right)^2}$$

Avec $\omega_e = 2\pi N_e$

$$Z = \sqrt{(R_0+r)^2 + \left(L\ 2\pi N_e - \frac{1}{C\ 2\pi N_e}\right)^2}$$

d) */Définition du déphasage Δ(φ) de l'intensité i(t) par rapport à uₑ(t) :

$\Delta(\varphi)$ est la différence entre les phases instantanées de $i(t)$ et $u_e(t)$. $\Delta(\varphi) = [\omega_e t + \varphi_i] - [\omega_e t] = \varphi_i$

****/Expression de tg[Δ(φ)] en fonction de L, r, C, R₀ et Nₑ:***

En utilisant le triangle (OAB) rectangle en A, dans Fresnel , on peut écrire :

$$tg[\Delta(\varphi)] = \frac{\frac{1}{C} I_m - L I_m\omega_e^2}{(R_0+r) I_m\omega_e} = \frac{\frac{1}{C\omega_e} - L\omega_e}{(R_0+r)} = \frac{\frac{1}{C 2\pi N_e} - L\, 2\pi N_e}{(R_0+r)}\ .$$

e) Expression de i(t) en précisant les valeurs numériques de l'amplitude Iₘ et de la phase φᵢ.

***/** $I_m = \frac{U_{em}}{Z}$; A.N : $I_m = 76{,}57.10^{-3}$ A.

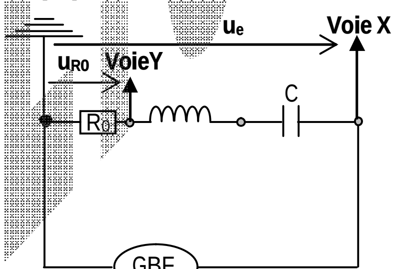
***/** $tg[\Delta(\varphi)] = tg[\varphi_i] = \frac{\frac{1}{C 2\pi N_e} - L\, 2\pi N_e}{(R_0+r)}$; A.N: $tg[\Delta(\varphi)] = -3{,}55 \Rightarrow \Delta(\varphi) = -74{,}29\,° = -0{,}41\pi$ rad.

d'ou l'expression $i(t) = I_m\cos(2\pi N_e t + \varphi_i) = 76{,}57.10^{-3}\cos(1200\pi t - 0{,}41\pi)$.

f) En déduire l'expression de u_R0(t) :

$u_{R0}(t) = R_0\, i(t) = 1{,}53\cos(1200\pi t - 0{,}41\pi)$.

3°) a) Branchement d'un oscilloscope pour observer, la tension uₑ(t) sur la voie X et la tension u_R0(t) sur la voie Y.



b) Oscillogramme u_R0(t) :

***/** En tenant compte du calibre des tensions 500mV/div = 0,5 V/div

U_{R0m} sera représenté par 3,06 div ≈ 3,1 div

***/** Le décalage horaire de u_{R0} (i) et u_e : $\Delta t = \frac{|\Delta(\varphi)|}{2\pi N_e} = 0{,}34$ ms.

En tenant compte du calibre des temps 0,2ms/div

Δt sera représenté par 1,7 div.

***/** $\Delta(\varphi) < 0 \Longrightarrow u_{R0}$ est en retard par rapport à u_e , alors u_{R0} atteint son maximum après u_e.

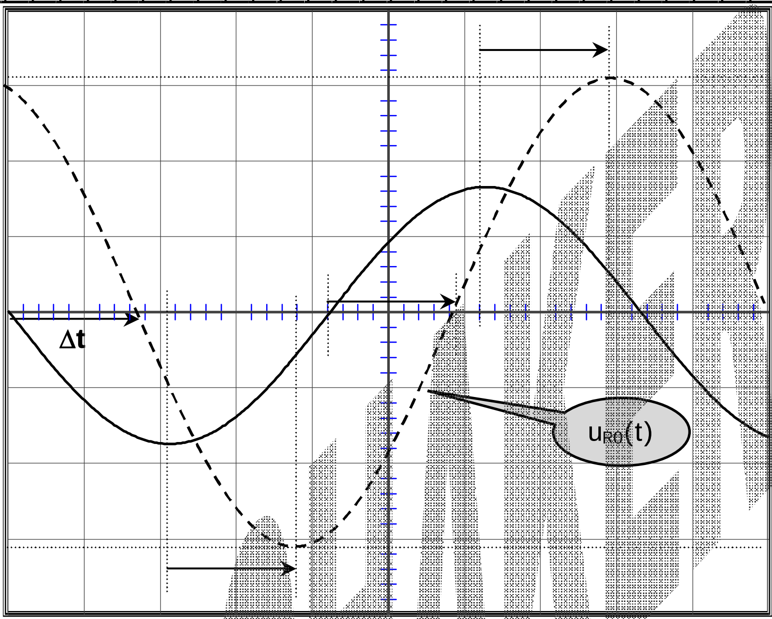
PARTIE II :

1°) Réponse du dipôle D :

****/ Expérience n°1 :*** Le dipôle D est un condensateur, Il y'a circulation d'un courant i(t) , telle que sa valeur maximale Im varie linéairement en fonction de Ne. (Courbe ❶).

****/ Expérience n°2 :*** Le dipôle D est une bobine, Il y'a circulation d'un courant i(t) , telle que sa valeur maximale Im prend sa plus grande valeur pour Ne =0 puis elle ↓si Ne↑. (Courbe ❷).

****/ Expérience n°3 :*** Le dipôle D est une association en série d'un condensateur et d'une bobine. Il y'a circulation d'un courant i(t) , telle que si Ne↑ alors Im↑, prend sa plus grande valeur, puis elle↓. La courbe à la forme d'une cloche.(Courbe ❸).



2°) Déduire à partir des courbes ❶ et ❷ les valeurs numériques de C_1, L_2 et r_2:

****/ Valeur de C_1***:

$U_m = Z_{C1}\, I_m$, avec $Z_{C1} = \frac{1}{C_1 2\pi N_e}$;

$I_m = \frac{U_m}{Z_{C1}} = U_m C_1 2\pi\ N_e$.

D'aprés la courbe ❶: $I_m = a\, N_e$, avec a coefficient directeur de la droite qui représente la courbe❶.

En choisissant deux points ∈ à la droite, on peut calculer $a = 2{,}5.10^{-5}$ A Hz^{-1}

♣/ Expérimentalement : $I_m = a\, N_e = 2{,}5.10^{-5}\ N_e$

♣/ Théoriquement : $I_m = U_m C_1 2\pi\ N_e$

Donc $U_m C_1 2\pi = a \Leftrightarrow C_1 = \frac{a}{2\pi\, U_{em}}$. A.N $C_1 = 0{,}47.10^{-6}$ F.

****/ Valeur de L_2 et r_2***

$U_m = Z_b\, I_m$, avec $Z_b = \sqrt{(r_2)^2 + (L_2 2\pi N_e)^2}$

♣/ Si $N_e = 0$, alors $Z_b = r_2$; $U_m = Z_b\, I_m = r_2 I_m$, donc $r_2 = \frac{U_m}{I_m}$. D'après la courbe ❷, si Ne = 0 alors on lit $I_m = 0{,}06$A,

$r_2 = \frac{U_m}{I_m} = \frac{6\sqrt{2}}{0{,}06} = 141{,}42\ \Omega$.

♣/ Si $N_e = 800$Hz par exemple, on lit sur la courbe ❷ $I_m = 9{,}37.10^{-3}$A.

$U_m = Z_b\, I_m = [\sqrt{(r_2)^2 + (L_2 2\pi N_e)^2}\,]\, I_m$, l'inconnue dans cette égalité est L_2 ;

$L_2 = \frac{1}{2\pi N_e}\sqrt{\frac{U_m^2}{I_m^2} - r_2^2}$, A.N : $L_2 = 0{,}178$ H.

3°) a) Définition du phénomène de résonance d'intensité :

Un circuit (RLC) est en état de résonance d'intensité, si l'intensité du courant (efficace ou maximale) dans le circuit prend sa plus grande valeur notée (I_0 ou I_{m0}).

b) */Déterminer la fréquence de résonance N_{er}:

D'après la courbe ❸ , $N_{er} = 550$ Hz.

****/ Déduire r_3:*** A la résonance le circuit est résistif, $Z_{RLC} = r_3$, par suite $U_m = r_3\, I_{m0} \Leftrightarrow r_3 = \frac{U_m}{I_{m0}}$.

D'après la courbe ❸ $I_{m0} = 0{,}06$ A , d'où $r_3 = 141{,}42\ \Omega$.

c) Calculer de L_3 et C_3.

$Q = \frac{U_{C3m}}{U_m} = \frac{1}{r_3 C_3\, 2\pi N er} = \frac{1}{r_3}\sqrt{\frac{L_3}{C_3}}$

On tire alors : $C_3 = 0{,}47.10^{-6}$ F , et $L_3 = 0{,}178$ H.

4°)*/ Comparer r_2 à r_3; L_2 à L_3 et C_1 à C_3:

$r_2 = r_3$; $C_1 = C_3$, $L_2 = L_3$.

****/ On constate que la courbe de réponse de l'expérience n°3 présente avec les deux autres courbes des parties semblables, justifier cette observation.*** $Z = \sqrt{(R_0 + r)^2 + \left(L\, 2\pi N_e - \frac{1}{C\, 2\pi N_e}\right)^2}$

♣/ Pour les basses fréquences la courbe ❸ est confondue avec la courbe ❶, en effet le terme $\frac{1}{C_1 2\pi N_e}$ est le plus important (terme prépondérant) dans l'expression de Z , et par suite le circuit (RLC) se comporte comme un condensateur.

♣/ Pour les hautes fréquences la courbe ❸ est confondue avec la courbe ❷, en effet le terme $L 2\pi N_e$ est le plus important (terme prépondérant) dans l'expression de Z , et par suite le circuit (RLC) se comporte comme une bobine pure .