| Lycée Kalaa sghira | Devoir de contrôle N°2 Sciences physiques | Année scolaire 2015/2016 |
|---|---|---|
| Prof : Amara Moncef | Le 06/02/2016 | Durée : 3 heures |

## Chimie (7 points)

Toutes les solutions sont préparées à 25°C ou le produit ionique de l'eau est Ke = $10^{-14}$

**Exercice N°1** (4 points)

On considère une solution aqueuse d'acide méthanoïque (HCOOH) de concentration molaire C=$10^{-1}$moℓ.L$^{-1}$. La mesure de son pH donne pH=2,37.

1°-a) Comparer [$H_3O^+$] avec la concentration molaire C et conclure

b) Ecrire l'équation de la réaction d'acide méthanoïque avec l'eau.

2°/a- En négligeant les ions $H_3O^+$ provenant de l'eau, dresser le tableau d'avancement volumique de la réaction.

b- Etablir l'expression du taux d'avancement final $\tau_f$ de la réaction en fonction du pH et C.

c- En déduire que l'acide méthanoïque est faiblement dissocié.

3°/a- Etablir l'expression de la constante d'acidité $Ka_1$ du couple qui correspond à l'acide méthanoïque en fonction de C et $\tau_f$.

b- Calculer la valeur de $Ka_1$ et en déduire que $pKa_1$=3,74.

4°/ L'acide méthanoïque réagit avec l'ion benzoate $C_6H_5COO^-$ selon la réaction d'équation :

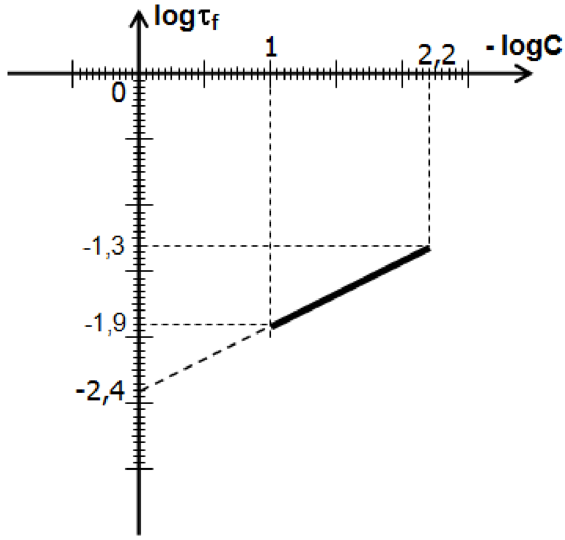
$$C_6H_5COO^- + HCOOH \rightleftarrows HCOO^- + C_6H_5COOH$$

La constante d'équilibre relative à cette réaction est K=2,51.

a-Exprimer la constante d'équilibre K en fonction de $Ka_1$ et $Ka_2$ avec $Ka_2$ la constante d'acidité relative à l'acide benzoïque $C_6H_5COOH$.

b- Calculer $pKa_2$.

**Exercice N°2** (3 points)




On dispose de deux solutions aqueuses de deux bases $B_1$ et $B_2$ de même concentration molaire C= 0,1mol.L$^{-1}$ et de pH respectifs $pH_1$=13 et $pH_2$=11,1.

1°/ Calculer le taux d'avancement final $\tau_f$ de chaque base.

2°/ Montrer que $B_1$est une base forte et que $B_2$ est une base faiblement ionisée.

3°/ Montrer que la constante d'acidités Ka du couple $B_2H^+/B_2$ s'écrit sous la forme ka = $\frac{ke}{C\,.\tau f^2}$ ou Ke est le produit ionique de l'eau pure.

4°/ On prépare différentes solutions de la base $B_2$ dont les concentrations molaires sont inferieures a 0,1mol.L$^{-1}$ et supérieures à 6,3.$10^{-3}$ mol.L$^{-1}$. La détermination du taux d'avancement final $\tau_f$ de chaque solution nous a permis de tracer la courbe de la figure ci-contre :

a) Justifier le choix de la concentration inferieures a 0,1mol.L$^{-1}$ et supérieures à 6,3.$10^{-3}$ mol.L$^{-1}$

b-Déterminer graphiquement le pKa du couple $B_2H^+$ /$B_2$

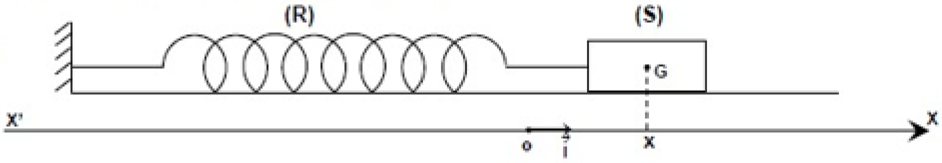
c) Montrer que la dilution favorise l'ionisation d'une base faible.

## Physique (13 points)

**<u>Exercice N°1</u>** (5,5 points)

Un solide (S) de masse m peut glisser, sans frottement, sur un plan horizontal. Le solide est lié à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives de masse négligeable et de raideur K. A l'origine des temps, on communique au solide (S) pris dans sa position d'équilibre une vitesse initiale $V_0$ = - 0,5 $ms^{-1}$, il se met alors à osciller de part et d'autre de sa position d'équilibre O origine du repère (O, $\vec{i}$) comme l'indique la figure-1-

Figure 1




Au cours de son mouvement, le centre d'inertie G du solide est repéré par son abscisse x(t)

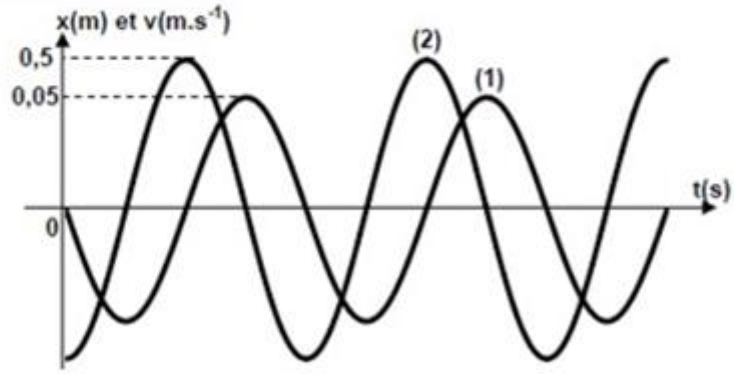
1-a) En appliquant la RFD, établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x du solide et en déduire la nature du mouvement du solide

b) Montrer que x(t) = Xm.sin ($\omega_0$.t + $\varphi_x$) est solution de l'équation de l'équation différentielle si $\omega_0^2 = \frac{K}{m}$

c) Déterminer l'expression de la vitesse instantanée du solide v(t)

2) Les chronogrammes de la figure-2- représentent les courbes de variation en fonction de temps de l'abscisse x(t) et de la vitesse v(t) du solide

Figure 2




a) Déterminer graphiquement le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ entre les deux courbes.

b) En déduire que la courbe (1) correspond à x(t)

c) Déterminer à partir du graphe

- L'amplitude de mouvement Xm
- L'amplitude de la vitesse Vm et justifier que $v_0 = -V_m$
- La phase initiale $\varphi_x$

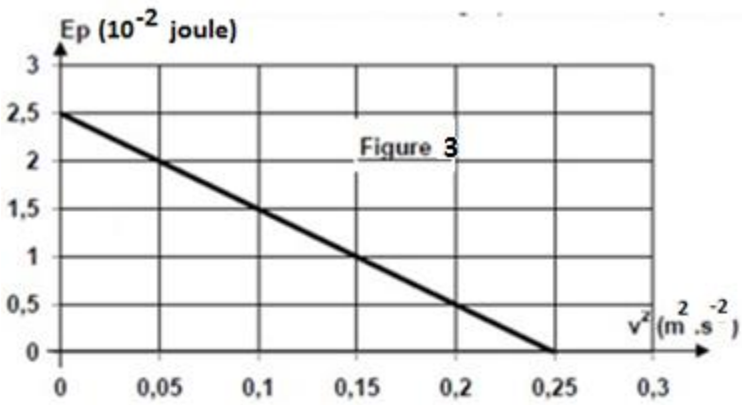
d) En déduire la période propre $T_0$ du pendule

3) La courbe de la figure-3- représente les variations de l'énergie potentielle élastique du système en fonction du carré de sa vitesse $E_P = f(v^2)$

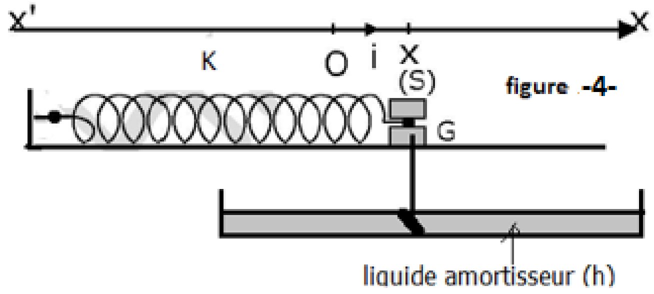
a) En admettant que le système (S,R) est conservatif d'énergie mécanique totale $Em = \frac{1}{2}K.Xm^2$, établir l'expression de l'énergie potentielle en fonction de m, k, v et Xm

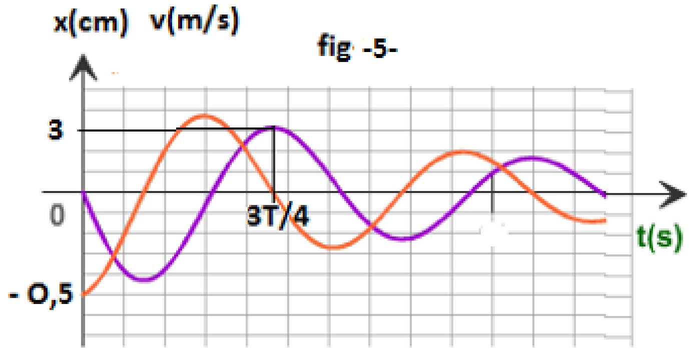
b) Déterminer à partir de la figure-3- la masse m du solide

c) En déduire la raideur K du ressort



4) En réalité le solide est soumis à une force de frottement de type visqueux $\vec{f}$= - h.$\vec{v}$ ou $\vec{v}$ est son vecteur vitesse instantané et h est le coefficient de frottement visqueux comme l'indique la figure-4- .



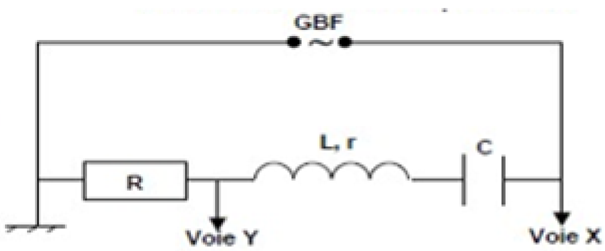




a) Donner l'équation différentielle des oscillations amortis obtenues.

b) En se servant de la figure-5- représentant les variations temporelles de l'abscisse x(t) et de la vitesse v(t), Calculer les pertes d'énergie mécanique entre l'origine des temps $t_0$ = 0(s) et la date $t_1$ = 3T/4

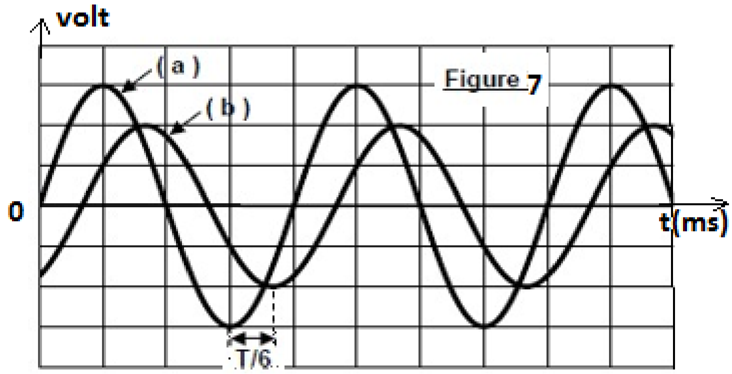
**<u>Exercice N°2</u> (7,5 points)**

On associe en série un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et résistance r et un résistor de résistance R = 100 Ω. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m.\sin(2\pi.N.t)$ d'amplitude $U_m$ = 6 volts et de fréquence N réglable. Un oscilloscope bicourbe est connecté au circuit comme l'indique la figure-6-




**Première partie** : Pour une fréquence $N_1$ du GBF, on obtient les oscillogrammes (a) et (b) suivants de la figure-7- ou les réglages de l'oscilloscope sont

- base de temps : 0,5 ms/div
- sensibilité verticale sur la voie Y : 1 volt/div
- sensibilité verticale sur la voie X : 2 volt/div




1) Montrer que la courbe (a) correspond à u(t)

2-a) Calculer l'amplitude $I_m$ de l'intensité de courant traversant le circuit.

b) Calculer l'impédance Z du circuit

3-a) Déterminer graphiquement le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ entre la tension excitatrice et le courant.

b) En déduire le caractère inductif ou capacitif

c) Donner l'expression de i(t)

4) A partir du diagramme de Fresnel incomplet de la feuille annexe

a) Trouver la résistance r de la bobine

b) L'amplitude de la tension aux bornes de l'ensemble (Bobine, condensateur) $U'_m$ et sa phase initiale $\varphi$

**Deuxième partie** : Pour étudier la réponse de l'oscillateur RLC à une fréquence $N_2$ du GBF, on modifie le branchement à l'oscilloscope afin de visualiser la tension u(t) sur la voie X et la tension $u_C(t)$ au bornes du condensateur sur la voie Y schématisés par les oscillogrammes (c) et (d) de la figure-8- ci-contre

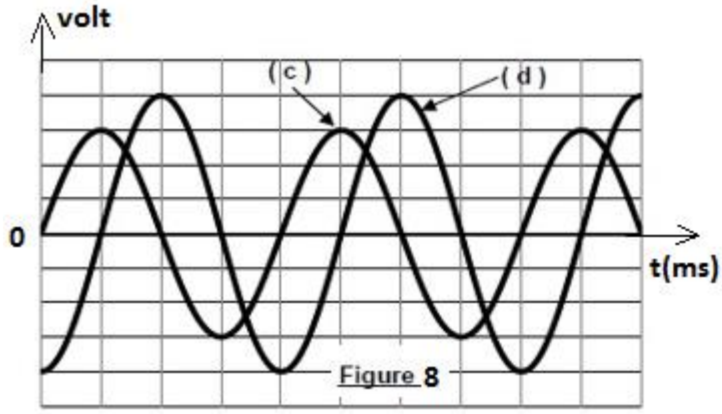



Figure 8

- Base de temps : 1 ms/div
- Sensibilité verticale sur les deux voies : 2 V/div

1) Représenter le schéma du circuit et les branchements à l'oscilloscope

2-a) Identifier les oscillogrammes (c) et (d)

b) Calculer le déphasage $\Delta\varphi' = \varphi_{uC} - \varphi_u$

c) Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité

3) Calculer :

a) La fréquence $N_2$

b) L'amplitude de courant $I_0$

c) La capacité du condensateur C et l'inductance L de la bobine

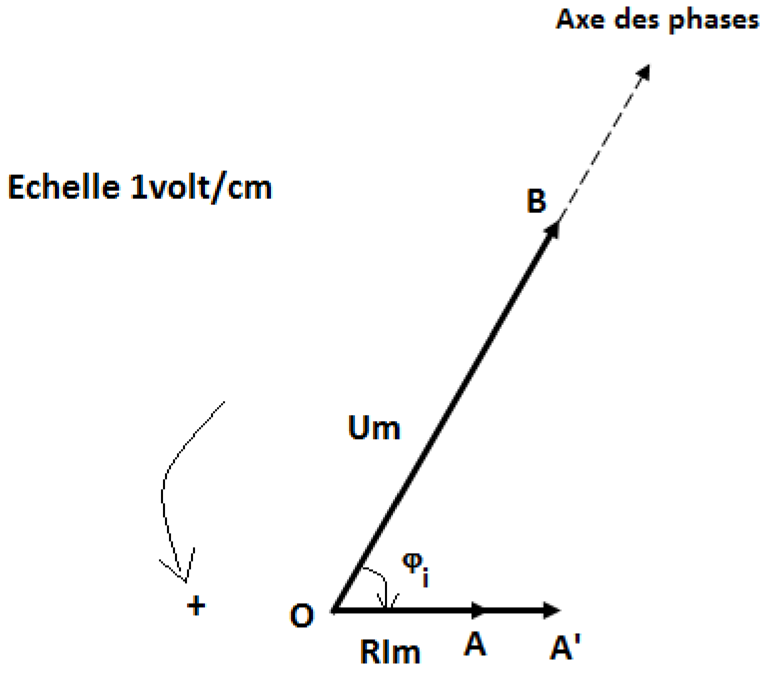
4) Le circuit est-il en état de surtension ? Justifier

**5) Question bonus (+2 points)**

**a)** Montrer que u(t) et $u_c(t)$ vérifient à chaque instant la relation : $u_c(t)^2 = 2Uc^2 - Q^2u(t)^2$ ou Uc est la tension efficace au bornes du condensateur et Q est le facteur de surtension.

**b)** Etablir l'expression de l'énergie totale de l'oscillateur en fonction de u(t) et $u_c(t)$ et montrer qu'elle se conserve.

## Feuille Annexe



Bac Math — Corrigé DC N°2 — Sc-phy — A-S 2015 2016

## Chimie

### Ex n°1 :

1-a) $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

$[H_3O^+] = 4,26\,10^{-3}\ mol\,l^{-1} < C$

donc HCOOH est un acide faible

b) $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$

2-a)

| | $HCOOH$ | $+ H_2O \rightleftharpoons$ | $H_3O^+$ | $+ HCOO^-$ |
|---|---|---|---|---|
| t=0 | C | excès | ≃ 0 | 0 |
| $t_f$ | $C - Y_f$ | " | $Y_f$ | $Y_f$ |

b) $\tau_f = \frac{Y_f}{Y_{max}}$ ou $Y_f = [H_3O^+] = 10^{-pH}$

si la réaction était totale

$[HCOOH]_f = 0 \Rightarrow C - Y_m = 0 \Rightarrow Y_m = C$

donc $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C}$

c) $\tau_f = 4,26\,10^{-2}$ soit $4,26\% < 5\%$

donc HCOOH est faiblement ionisé

3°/ a) $Ka = \frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$

$[H_3O^+] \simeq [HCOO^-] = Y_f = C.\tau_f$

$[HCOOH] \simeq C$

donc $Ka = C.\tau_f^2$

b) $Ka = 1,18.10^{-4} \Rightarrow pKa = 3,74$

4°/ $K = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} \frac{[C_6H_5COOH]}{[C_6H_5COO^-]}$

$\frac{Ka_1}{[H_3O^+]} = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

$Ka_2 = [H_3O^+] \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$ donc

$\frac{[C_6H_5COOH]}{[C_6H_5COO^-]} = \frac{[H_3O^+]}{Ka_2}$

alors $K = \frac{Ka_1}{Ka_2}$

b) $Ka_2 = \frac{Ka_1}{K} \Rightarrow$

$pKa_2 = pKa_1 + \log K$

$pKa_2 \simeq 4,14$

### Ex n°2

1°) $\tau_f(Base) = \frac{[OH^-]}{C}$

$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{pH-14}$

$\tau_f(Base) = \frac{10^{pH-14}}{C}$

| Base | $B_1$ | $B_2$ |
|---|---|---|
| $\tau_f$ | 100% | 1,26% |

2°) $\tau_{f_1} = 1 \Rightarrow [OH^-] = C$ alors

$B_1$ est une base forte

$\tau_{f_2} < 5\%$ $B_2$ est une base faiblement ionisée

3°)

| | $B$ | $+ H_2O \rightleftharpoons$ | $OH^-$ | $+ BH^+$ |
|---|---|---|---|---|
| t=0 | C | excès | ≃ 0 | 0 |
| $t_f$ | C | " | $Y_f$ | $Y_f = C\tau_f$ |

$: C > 10^{-6}$

$[B] \simeq C$ car $\tau_f < 5\%$

$Ka = [H_3O^+] \frac{[B]}{[BH^+]} \Rightarrow$

$Ka = \frac{[H_3O^+]\,C}{[OH^-]}$

$Ka = \frac{C.\,[H_3O^+][OH^-]}{[OH^-]^2}$

$Ka = \frac{C \times Ke}{C^2\tau_f^2} = \frac{Ke}{C.\tau_f^2}$

4°/ a) $C = 0,1\ mol\,l^{-1} \Rightarrow \tau_f = 1,26\%$

$C = 6,3\,10^{-3}\ mol\,l^{-1} \Rightarrow$

$\log C = -2,2 \Rightarrow \tau_f = 5\%$ (graphe)

$6,3\,10^{-3} \leq C \leq 0,1 \Rightarrow 1,26 \leq \tau_f \leq 5\%$. La base reste faiblement ionisée

b) $\varepsilon_f^2 = \frac{K_e}{C.K_a} \Rightarrow 2\log\varepsilon_f = \log\frac{K_e}{C.K_a}$

$2\log\varepsilon_f = \log K_e - \log K_a - \log C$

$2\log\varepsilon_f = pK_a - pK_e - \log C$

$\log\varepsilon_f = \frac{1}{2}(pK_a - pK_e) + \frac{1}{2}(-\log C)$

La courbe $\log\varepsilon_f = f(-\log C)$ est une droite linéaire d'éq

$\log\varepsilon_f = B + A(-\log C)$

$\log\varepsilon_f = \frac{1}{2}(pK_a - pK_e) + \frac{1}{2}(-\log C)$

par identification

$B = \frac{1}{2}(pK_a - pK_e)$ donc

$pK_a = 2B + pK_e$ avec $B = -2,4$

$pK_a = 9,20$

b) on constate que lorsque $C$ diminue $-\log C \nearrow$ et $\log\varepsilon_f$ augmente donc une dilution favorise l'ionisation d'une base faible

## Physique

### Ex n° 2

### Premiere partie

1°) à $t=0$ ; $u(t=0) = 0\,(V)$

donc la courbe (a) $\rightarrow u(t)$

2-a) $I_m = \frac{U_{m,R}}{R} = \frac{2}{100} = 2.10^{-2}\,A$

b) $Z = \frac{U_m}{I_m} = 300\,\Omega$

3-a) $\Delta\varphi = 2\pi\cdot\frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{3}\,(rad)$

b) $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i > 0$, le circuit est inductif

c) $i(t) = 2\,10^{-2}\sin(314\,0t - \pi/3)$

$w = \frac{2\pi}{T} = 3140\ rad s^{-1}$

4-a)

Le vecteur de Fresnel associé à $ri$ est de même direction et sens que le vecteur $\vec{OA}$ associé à $Ri$ de sorte que triangle($OAA'$) soit rectangle en $A'$ car le vecteur associé à $L\frac{di}{dt}$ est $\perp$ à $\vec{OA}$ et $\vec{AA'}$

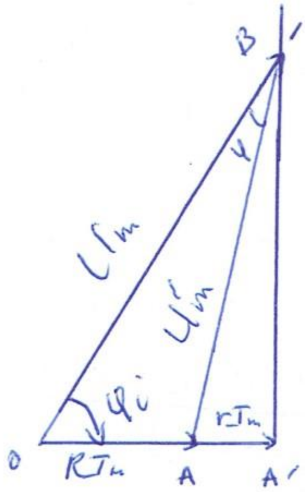
donc $\|\vec{AA'}\| = 1$ Volt

$\|\vec{AA'}\| = rI_m \Rightarrow r = \frac{\|\vec{AA'}\|}{I_m} = 50\,\Omega$

b) $U'_m = \|\vec{AB}\| = 5,3\,V$

$\sin(\pi/6 - \varphi) = \frac{AA'}{AB} = 0,192$

donc $\frac{\pi}{6} - \varphi = 11° \Rightarrow \varphi = 19° \simeq \pi/10$



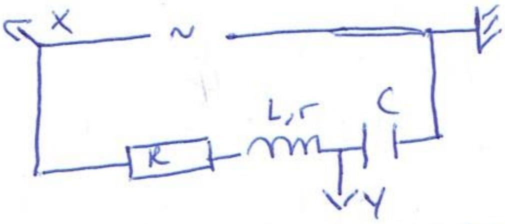

$u(t) = u_R(t) + u_{Bob,cond}(t)$

$\vec{OB} = \vec{OA} + \vec{AB}$

donc $U'_m = \|\vec{AB}\|$

### Deuxieme Partie

1°)




2-a) (c) $\rightarrow u(t)$ car à $t=0$ $u(t=0) = 0$ par élimination

(d) $\rightarrow u_C(t)$

b) $|\Delta\varphi| = |\varphi_{u_C} - \varphi_u| = 2\pi\cdot\frac{T/4}{T} = \pi/2$

donc $\varphi_{u_C} - \varphi_u = -\pi/2$ rad

car $u_C$ oscille en retard / $u(t)$

c) $u_C = \frac{1}{C}\int i\,dt \Rightarrow \varphi_{u_C} = \varphi_i - \pi/2$

donc $(\varphi_i - \pi/2) - \varphi_u = -\pi/2$

$\varphi_i - \varphi_u = 0$

u(t) et i(t) oscillent en phase : C'est La resonance d'intensité

3°/ a) $N_2 = \frac{1}{T_2} \Rightarrow N_2 = 250\,Hz$

b) $Z = R + r = \frac{U_m}{I_0} \Rightarrow I_0 = \frac{U_m}{R+r}$

$I_0 = 4\,10^{-2}\,A$

c) $U_{mc} = \frac{I_0}{C.\omega_2} \Rightarrow C = \frac{I_0}{2\pi N_2 . U_{mc}}$

$C = \frac{4\,10^{-2}}{6,28 \times 250 \times 8} = 3,18\,10^{-6}\,F$

$LC\omega_2^2 = 1 \Rightarrow L = \frac{1}{C\omega_2^2}$

$L = 0,127 \simeq 0,13\,H$

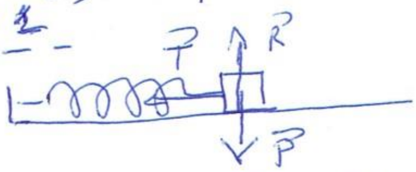
4°) $N_2 = N_0$ et $U_{mc} > U_m$

donc le circuit est en etat de Surtension

5°) Voir page (4/4)

Ex n° 2

1-a)




RFD : $\vec P + \vec R + \vec T = m\vec a$

Proj/x'x $T = ma$

$-kx = m\frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$

b) $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 x$ donc

$-\omega_0^2 x + \frac{k}{m}x = 0$

$x\left[-\omega_0^2 + \frac{k}{m}\right] = 0 \Rightarrow \omega_0^2 = k/m$

c) $V(t) = \frac{dx}{dt} = \omega_0 X_m \cos(\omega_0 t + \varphi_x)$

$V(t) = V_m \sin(\omega_0 t + \varphi_V)$

$V_m = \omega_0 X_m$ ; $\varphi_V = \varphi_x + \pi/2$

2°/ a) $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pi/2$

Car Lorsque La Courbe (2) atteint son max, La Courbe (1) s'annule

b) $\left.\begin{array}{l}\varphi_2 = \varphi_1 + \pi/2 \\ \varphi_V = \varphi_x + \pi/2\end{array}\right\} (2) \rightarrow V(t)$

et La Courbe (1) $\rightarrow x(t)$

c) $X_m = 5\,cm$ ; $V_m = 0,5\,m s^{-1}$

$x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = X_m^2$ ; $x = 0$ ; $V_0 = -X_m$

Calcul de $\varphi_x$

à $t = 0$ ; $x(t=0) = 0$ et $x(t) \searrow$

$0 = X_m \sin\varphi_x \Rightarrow \sin\varphi_x = 0$ car La courbe

donc $\varphi_x = \pi$ car La courbe $x(t)$ est decroissante à $t = 0$

d) $V_m = \omega_0 X_m$ donc

$\omega_0 = \frac{V_m}{X_m} = 10\,rad\,s^{-1}$

d'ou $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 0,628\,(s)$

soit 628 ms

3°/ a) $E_m = E_p + \frac{1}{2}mV^2$

$E_p = \frac{1}{2}k X_m^2 - \frac{1}{2}mV^2$

b) La courbe $E_p = f(V^2)$ est une droite d'equation

$E_p = b - aV^2$

donc $a = \frac{1}{2}m \Rightarrow m = 2a$

$a = 0,1\,(SI) \Rightarrow m = 0,2\,Kg$

c) $\omega_0^2 = k/m \Rightarrow k = m\omega_0^2$

$k = 20\,N m^{-1}$ ou $k = 2b/X_m^2$

4°/ a) $\vec P + \vec R + \vec T + \vec f = m\vec a$

Proj/x'x $-kx - hV = ma$

$m\frac{d^2x}{dt^2} + h\frac{dx}{dt} + kx = 0$

b) $E_m(t=0) = \frac{1}{2}mV_m^2 = 2,5\,10^{-2}\,J$

$E_m(t = \frac{3T}{4}) = \frac{1}{2}kX_m^2 = 9.10^{-3}\,J$

$|\Delta E_m| = 16\,10^{-3}\,J$

5°) Ex n° 2

a) $u(t) = U_m \sin(\omega_0 t)$

Resonance d'intensité $U_m = (R+r) I_m$

$$\boxed{u(t) = (R+r) I_m (\sin(\omega_0 t))}$$

$$u_c(t) = \frac{I_m}{C\omega_0} \sin(\omega_0 t - \pi/2)$$

car $u_c(t) = \frac{1}{C}\int i\,dt$

donc

$$u_c(t) = \frac{-I_m}{C\omega_0} \cos(\omega_0 t)$$

$$\frac{u^2(t)}{(R+r)^2 I_m^2} = \sin^2(\omega_0 t) \quad (1)$$

$$\frac{u_c^2 \, C^2\omega_0^2}{I_m^2} = \cos^2(\omega_0 t) \quad (2)$$

(1) + (2) =>

$$\frac{u^2(t)}{(R+r)^2 I_m^2} + \frac{u_c^2 \, C^2\omega_0^2}{I_m^2} = 1$$

$$\begin{cases} U_{C,m} = \dfrac{I_m}{C\omega_0} \\ Q = \dfrac{1}{(R+r)C\omega_0} \end{cases}$$

$$R+r = \frac{1}{QC\omega_0}$$

d'ou

$$\frac{u^2(t)\, Q^2 C^2\omega_0^2}{I_m^2} + u_c^2 \frac{C^2\omega_0^2}{I_m^2} = 1$$

$$\frac{C^2\omega_0^2}{I_m^2}\left[u^2(t)\, Q^2 + u_c^2\right] = 1$$

$$Q^2 u^2(t) + u_c^2 = U_{C,m}^2$$

$U_{C,m} = U_C\sqrt{2}$

$$Q^2 u^2(t) + u_c^2 = 2U_C^2$$

$$u_c^2(t) = 2U_C^2 - Q^2 u^2(t)$$

b) $E = \frac{1}{2} C\, u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2$

$u(t) = (R+r)\, i$ =>

$$i = \frac{u(t)}{R+r}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{2} C\, u_c^2 + \frac{1}{2} L \frac{u^2}{(R+r)^2}}$$

$$E = \frac{1}{2} C\left[2U_C^2 - Q^2 u^2(t)\right] + \frac{1}{2} L \frac{u^2}{(R+r)^2}$$

$$E = C U_C^2 - \frac{1}{2} C Q^2 u^2(t) + \frac{1}{2} L \frac{u^2}{(R+r)^2}$$

$$E = C U_C^2 + \frac{1}{2} u^2 \left[\frac{L}{(R+r)^2} - CQ^2\right]$$

$$\frac{1}{LC} = \omega_0^2 \Rightarrow L = \frac{1}{C\omega_0^2}$$

$$\frac{1}{R+r} = QC\omega_0$$

$$\frac{L}{(R+r)^2} = \frac{Q^2 C^{\cancel{2}} \cancel{\omega_0^2}}{\cancel{C}\cancel{\omega_0^2}} = CQ^2$$

$$\frac{L}{(R+r)^2} - CQ^2 = 0$$

donc

$E = C U_C^2$ constante