Lycée Hammam Sousse II 2013/2014	Devoir de Synthèse N°2 SCIENCES PHYSIQUES M. Ben Abdeljelil Sami	Durée : 3h Date : 07/03/2014

Chimie : (07 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle $Ke = 10^{-14}$

Exercice N°1 : (03,5 pts)

On considère à 25°C deux solution aqueuse basiques S_1 et S_2 de même concentration **$C=4.10^{-2}$ M**. S_1 est une solution d'ammoniac NH_3 de **pH_1 = 10,9** et S_2 d'éthylamine $C_2H_5NH_2$ de **pH_2 = 11,7**.

1)a) L'ammoniac et l'éthylamine sont-elles des bases faibles ou fortes ? Justifier.(0,75pt)

b) Comparer les forces de ces deux bases. (0,5pt)

2) a) Compléter le tableau d'avancement de l'ionisation de l'ammoniac dans l'eau.(Page annexe)(0,75pt)

b) Etablir l'expression de τ_f en fonction de C, Ke et pH(1pt)

c) Calculer τ_{f1} et τ_{f2} pour les deux bases et en déduire en justifiant laquelle des deux est plus forte.(0,5pt)

Exercice N°2 : (03,5 pts)

On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau. On dispose de deux solutions aqueuses de même concentration molaires **initiales C_A**, l'une de chlorure d'hydrogène HCl (acide fort) et l'autre d'acide éthanoïque (acide faible) CH_3CO_2H.

On dose séparément, un volume **V_A=10 mL** de chacune des deux solutions par une solution aqueuse de soude

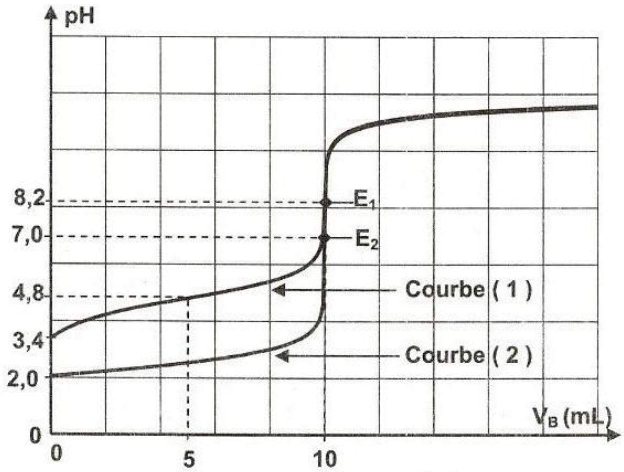


Figure 1

NaOH (base forte) de concentration **C_B = 0,01 mol.L^{-1}**.
A l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du pH du milieu
la solution de soude ajoutée. On obtient les courbes (1) et (2) de la figure 1.

1) a) Montrer que la courbe (2) correspond au dosage de la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène. (0,5pt)

b) Ecrire l'équation chimique de la réaction de ce dosage.(0,25pt)

c) En exploitant la courbe (2), déterminer la valeur de C_A.(0,25pt)

2) Montrer que l'acide éthanoïque est un acide faible.(0,25pt)

3)a) Ecrire l'équation de chimique de la réaction d'ionisation de l'acide éthanoïque dans l'eau.(0,25pt)

b) Compléter le tableau descriptif d'évolution du système correspondant à la réaction précédente.(Page annexe) (0,5pt)

c) Etablir en fonction de C_A et $[H_3O^+]$, l'expression de la constante d'acidité Ka du couple CH_3COOH/CH_3COO^-. Calculer la valeur de son pKa.(0,75pt)

d) Retrouver cette valeur par exploitation de la courbe(1). Justifier.(0,75pt)

Physique : (13 points)

Exercice N° 1 : (3 points) « Etude d'un document scientifique »

La résonance : l'ennemi des organes

… Chaque objet, selon sa composition, sa taille, son poids… a tendance à vibrer à une fréquence particulière. Cette fréquence de vibration naturelle est appelée fréquence de résonance. Une machine vibrante transmet la quantité maximale d'énergie à un objet lorsqu'elle vibre à la fréquence de résonance de l'objet. Lorsqu'une personne est en contact avec une machine vibrante, l'énergie de vibration est transmise à son corps.

… Les effets de l'exposition aux vibrations dépendent de la fréquence de vibration. Chaque organe du corps a sa propre fréquence de résonance. Lorsque l'exposition se produit à une des fréquences de résonance des organes ou au voisinage d'une de ces fréquences, l'effet résultant sur les troubles de l'intestin et de l'appareil circulatoire, ainsi que des systèmes musculo-squelettique et neurologiques est grandement accru.

D'après le conte Canadien d'hygiène et de sécurité au travail

1) Relever du texte un argument qui montre que la fréquence particulière d'un objet vibrant représente sa fréquence propre. (1pt)
2) Préciser le rôle joué par la machine vibrante vis-à-vis d'une personne qui lui est en contact.
3) Relever du texte les expressions indiquant qu'une machine présente un danger vis-à-vis d'une personne dans le cas de résonance (1pt)

Exercice N°2 : (03,75 points) Les parties A et B sont reliées

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) ponctuel de masse m accroché à un ressort à l'extrémité libre d'un ressort(R) à spires non jointives de masse négligeable et de raideur **$K= 100 N.m^{-1}$**

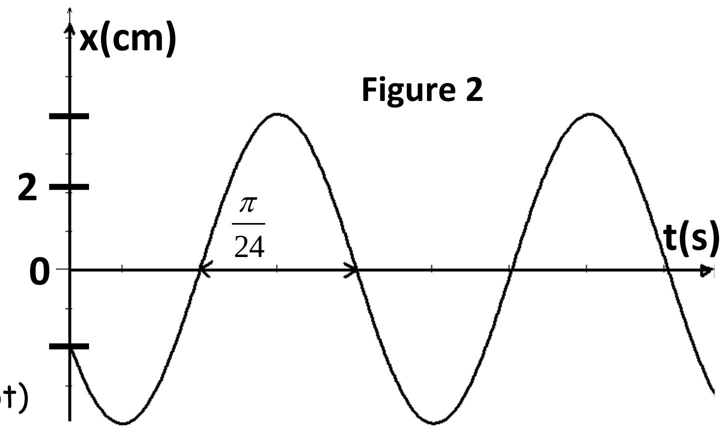
Partie A : les forces de frottements sont négligeables :

On écarte à t=0s le solide S d'une distance x_0 à partir de sa position d'équilibre puis on le lance sans vitesse initiale.

1) Etablir l'équation différentielle en x de l'oscillateur mécanique.(0,5pt)
2) L'enregistrement graphique de x(t) donne la courbe de la figure 2.

a) Déterminer :
- X_m (0,25pt)
- T_0 puis w_0 (0,5pt)
- La phase initiale φ_x (0,25pt)
- m (0,25pt)

b) Déduire l'expression numérique x(t) (0,25pt)

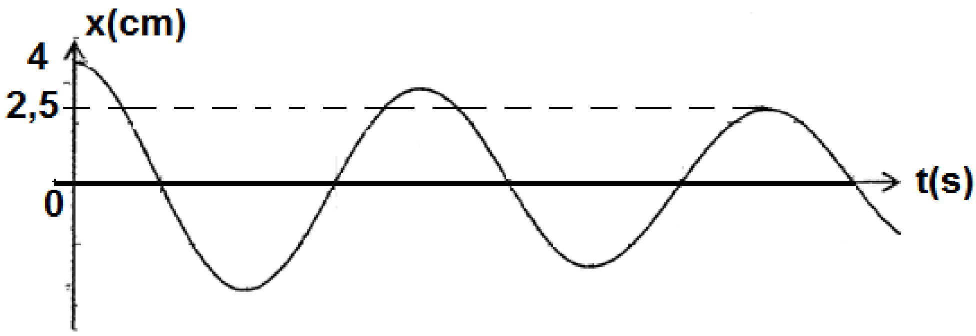


3) a) Montrer que l'énergie mécanique E du système {S,R} se conserve. (0,5pt)

b) Donner l'expression de l'énergie mécanique E en fonction de K et X_m (0,25pt)

Partie B : les forces de frottement ne sont plus négligeable.

On suppose que le solide est soumis à une force de frottement $\vec{f} = -h\vec{v}$ de type visqueux ou h est le coefficient de frottement. L'enregistrement graphique de x(t) donne la courbe suivante :



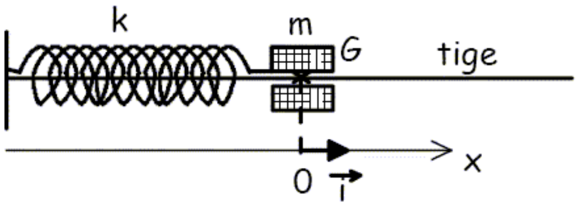
1) De quel régime s'agit-il ? Justifier votre réponse.(0,5pt)
2) Calculer la perte d'énergie mécanique ΔE entre les instants t=0s et t= 2T.(0,5pt)

Exercice N°3 : (06,25 points)

Le dispositif mécanique de la figure 3 comprend :

- Un solide de masse m
- Un ressort parfaitement élastique de raideur K.

Figure 3



Ce pendule élastique est excité par une force sinusoïdale $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi Nt)\,\vec{i}$ de valeur F_m constante et de fréquence N variable. Ce pendule est soumis à des forces de frottements équivalents à une force $\vec{f} = -h\,v\,\vec{i}$ ou <u>h est une constante positive exprimée en N. s.m^{-1}</u> et $\vec{v}$ est la vitesse du centre d'inertie G du solide.

Le centre d'inertie G est repéré par son élongation x dans le repère **R** $(O,\vec{i})$ d'origine la position d'équilibre de G qui admet une loi horaire de la forme $x(t) = X_m \sin(2\pi Nt+\varphi_x)$. La figure 4 représente F(t) et x(t).

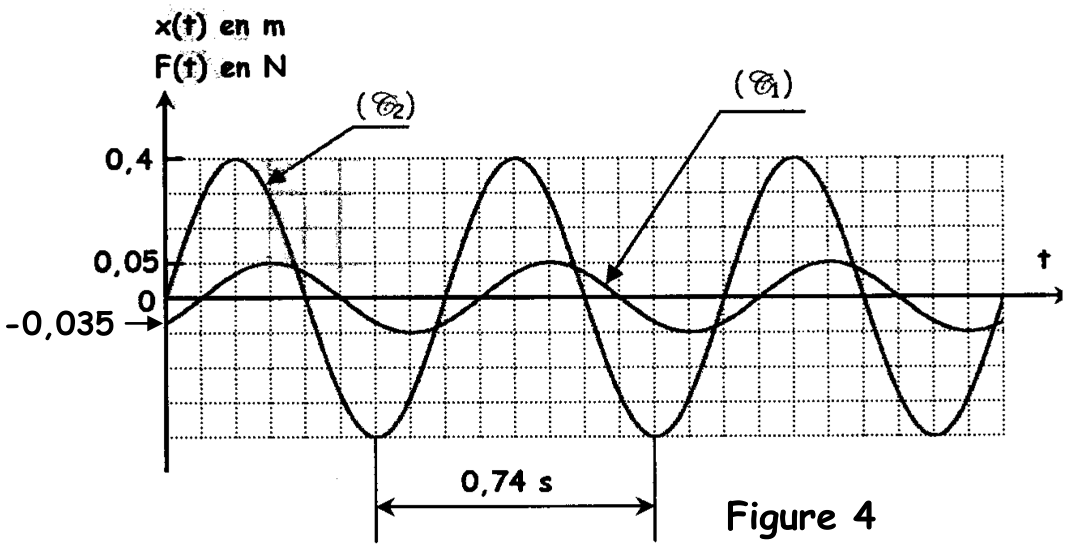


Figure 4

1) Montrer, en le justifiant que la courbe ($\mathscr{C}_2$) correspond à F(t).(0,5pt)

2) En exploitant les courbes, déterminer les expressions numériques de F(t) et x(t).(1pt)

3) A tout instant l'équation différentielle qui régie le mouvement du pendule élastique est donnée par la relation : $m\frac{d^2x}{dt^2} + h\frac{dx}{dt} + K\,x = F(t)$ sur la **figure 5** page annexe, on a représenté le vecteurs de Fresnel associée à **F(t)** selon l'échelle : **10cm ↔ 1N**

a) Compléter à l'échelle la construction de Fresnel relative à l'équation différentielle (Page annexe).(1pt)

b) Déduire à partir de cette construction les valeurs de m , h et K (1,5 pts)

4) A l'aide de la construction de Fresnel établir l'expression de X_m.(1pt)

5) En utilisant **l'analogie mécanique -électrique** déduire l'expression de Q_m et déterminer l'expression de la pulsation à la résonance de charge ω_r.(1,25pts)

<u>Page ANNEXE A RENDRE avec la copie du devoir</u>

Chimie :

Exercice N°1 :

2)a)

Equation de la réaction	…………………………………………………………………………				
Etat du système	Avancement volumique	Quantité de matière en mol.L^{-1}			
Etat initial	0				
Etat final	yf				

Exercice N°2 :

3)b)

Equation de la réaction	…………………………………………………………………………				
Etat du système	Avancement volumique	Quantité de matière en mol.L^{-1}			
Etat initial	0				
Etat final	yf				

Physique :

Exercice N°3

3)a)

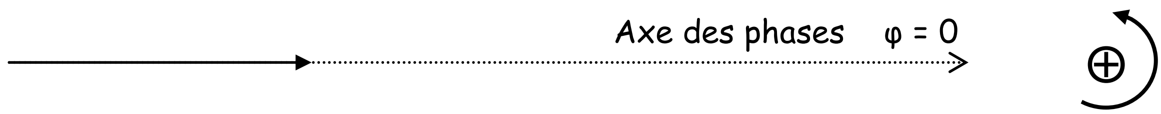


figure 5

Nom :…………………………………………………Prénom :……………………………………Classe :…………………………N° :….

Chimie :

Exercice N°1 :

1)a) Une base est dite forte si son **pH= pke+Log C_b**, comme les deux bases ont la même concentration donc pH=14+Log (4.10^{-2})=12,6 donc les deux bases sont faibles car elles ont un pH mesuré différent de cette valeur.

b) Comme les deux bases sont faibles et ont la même concentration celle qui a le pH le plus élevé et la base la plus forte donc c'est l'éthylamine.

2)a)

Equation de la réaction	$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$				
Etat du système	Avancement volumique	Quantité de matière en $mol.L^{-1}$			
Etat initial	0	C	excès	0	$10^{-\frac{pKe}{2}}$
Etat final	y_f	$C - y_f$	excès	y_f	10^{pH-pKe}

b)

$\tau_f = \dfrac{y_f}{y_m}$ D'après le tableau précédent : $\begin{cases} y_f = 10^{pH-pKe} \\ C - y_m = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y_f = 10^{pH-pKe} \\ C = y_m \end{cases}$ donc $\tau_f = \dfrac{10^{pH-pKe}}{C}$

c)

$$\begin{cases} \tau_{f_1} = \dfrac{10^{pH-pKe}}{C} = \dfrac{10^{pH_1-pKe}}{C} = \dfrac{10^{(10,9-14)}}{10^{-1,39}} = 10^{-1,71} = 1,94984 \times 10^{-2} \\ \tau_{f_2} = \dfrac{10^{pH-pKe}}{C} = \dfrac{10^{pH_2-pKe}}{C} = \dfrac{10^{(11,7-14)}}{10^{-1,39}} = 10^{-0,91} = 12,3026 \times 10^{-2} \end{cases}$$

$\tau_{f_2} \succ \tau_{f_1}$ Donc l'éthylamine **s'ionise** dans l'eau plus que l'ammoniac donc c'est la base la plus forte.

Exercice N°2 :

1)

a) La courbe (2) présente deux concavités et un point d'inflexion , (ou bien le pH=7 à l'équivalence, le mélange réactionnelle est neutre) elle correspond au dosage d'un acide fort par une base forte.

b) $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$ **ou** $(Na^+ + OH^-) + (H_3O^+ + Cl^-) \rightarrow NaCl + 2H_2O$

c) Comme l'acide est fort pH_i= -Log C_A donc $C_A = 10^{-pH_i} = 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$

Autre méthode à l'équivalence acido-basique

$$n_{OH^-} = n_{H_3O^+} \Rightarrow C_A V_A = C_B V_{BE} \Rightarrow C_A = C_B \frac{V_{BE}}{V_A} = C_B = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

2) Un acide est fort si son pH=-Log C_A et les deux acides ont la même concentration, pour la courbe (1) le pH_i=3,4 ≠2 donc l'acide éthanoïque est un acide faible. (ou bien : la courbe(1) n'est pas similaire à la courbe(2) donc elle correspond au dosage d'un acide faible par une base forte)

3)

a) $CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + CH_3COO^-$

b)

Equation de la réaction	$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + CH_3COO^-$				
Etat du système	Avancement volumique	Quantité de matière en $mol.L^{-1}$			
Etat initial	0	C	excès	$10^{-\frac{pKe}{2}}$	O
Etat final	y_f	$C - y_f$	excès	10^{-pH}	y_f

c)

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \times [H_3O^+]}{CH_3COOH}$$

D'après le tableau d'avancement:

$$\begin{cases} [CH_3COO^-] = y_f = [H_3O^+] \\ CH_3COOH = C - y_f \end{cases}$$

comme l'acide éthanoique est faiblement ionisé dans l'eau y_f est faible

$$\text{donc } CH_3COOH \approx C \text{ donc } K_a = \frac{[CH_3COO^-] \times [H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H_3O^+] \times [H_3O^+]}{C} = \frac{[H_3O^+]^2}{C} = \frac{10^{-2pH}}{C}$$

$$-\text{Log Ka} = \text{pKa} = -\text{Log}(10^{-2pH} - \text{LogC}) = 2pH_i + \text{Log } C = (2 \times 3,4) - 2 = 4,8 \Rightarrow \text{pKa} = 4,8$$

d) A la demi-équivalence à $V_B = V_{BE}/2$ = 5 mL, **pH = pKa = 4,8** d'après la courbe(1)

Physique :

<u>**Exercice N°1 :**</u> « Etude d'un document scientifique »

<u>La résonance : l'ennemi des organes</u>

1) Chaque objet, selon sa composition, sa taille, son poids… a tendance à vibrer à une fréquence particulière.
2) Lorsqu'une personne est en contact avec une machine vibrante, l'énergie de vibration est transmise à son corps.

3) Lorsque l'exposition se produit à une des fréquences de résonance des organes ou au voisinage d'une de ces fréquences, l'effet résultant sur les troubles de l'intestin et de l'appareil circulatoire, ainsi que des systèmes musculo-squelettique et neurologiques est grandement accru.

Exercice N°2 :

Partie A : les forces de frottements sont négligeables :

1)

$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$

On projéte les forces suivant l'axe du mouvement:

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

2) D'après la courbe x=f(t)

a)

- $X_m = 4\text{ cm} = 4.10^{-2}\text{m}.$
- $T_0 = 2\dfrac{\pi}{24} = \dfrac{\pi}{12} = 0,261799\text{ s et } \omega_0 = \dfrac{2\pi}{T_0} = 24\text{ rad.s}^{-1}$
- $x(0) = x_0 = X_m \sin\varphi_x \Rightarrow \sin\varphi_x = \dfrac{x_0}{X_m} = -\dfrac{1}{2} \Rightarrow \varphi_x = -\dfrac{\pi}{6}\text{rad} = -30°$
- $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{k}{m}} \Rightarrow \omega_0^2 = \dfrac{k}{m} \Rightarrow m = \dfrac{k}{\omega_0^2} = 0,17361\text{ kg} = 173,61\text{ g}$

b) $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x) = 4.10^{-2} \sin(24t - \dfrac{\pi}{6})$ (x en m et t en s)

3)a)

$E = Ec + Ep = \dfrac{1}{2}mv^2 + \dfrac{1}{2}kx^2$

$\dfrac{dE}{dt} = \dfrac{d}{dt}(\dfrac{1}{2}mv^2 + \dfrac{1}{2}kx^2) = mv\dfrac{dv}{dt} + kx\dfrac{dx}{dt} = v(m\dfrac{d^2x}{dt^2} + kx) = 0$

donc l'énergie mecanique est conservée.

b) $E = \dfrac{1}{2}kX_m^2$

Partie B : les forces de frottement ne sont plus négligeable.

1) Comme l'amplitude des oscillations diminue au cours du temps, le régime est pseudopériodique ou libre amorti.

2)

$\Delta E = E_2 - E_1$

$E_2 = E(t_2 = 2T) = \dfrac{1}{2}kX_m^2 = \dfrac{1}{2}(100 \times (2,5 \times 10^{-2})^2) = 3,125 \times 10^{-2}J$

$E_1 = E(t_1 = 0) = \dfrac{1}{2}kX_m^2 = \dfrac{1}{2}(100 \times (4 \times 10^{-2})^2) = 8 \times 10^{-2}J$

$\Delta E = (3,125 - 8)10^{-2} = -4,875 \times 10^{-2}J < 0$

Exercice N°3:

1) F(t) **est toujours en avance de phase** sur x(t) donc la courbe ($\mathscr{C}_2$) correspond à F(t).

2)

$$F(t)=F_m\sin(\omega t+\varphi_F)$$

$$\begin{cases} F_m=0{,}4N \\ \omega=\dfrac{2\pi}{T}=\dfrac{2\pi}{0{,}74}=2{,}7\pi \text{ rad.s}^{-1} \\ F(0)=F_m\sin(\varphi_F)=0 \Rightarrow \varphi_F=0 \text{ rad} \end{cases} \Rightarrow F(t)=0{,}4\sin(2{,}7\pi t)=F(t)=0{,}4\ \sin(8{,}49t)$$

$$x(t)=X_m\sin(\omega t+\varphi_x)$$

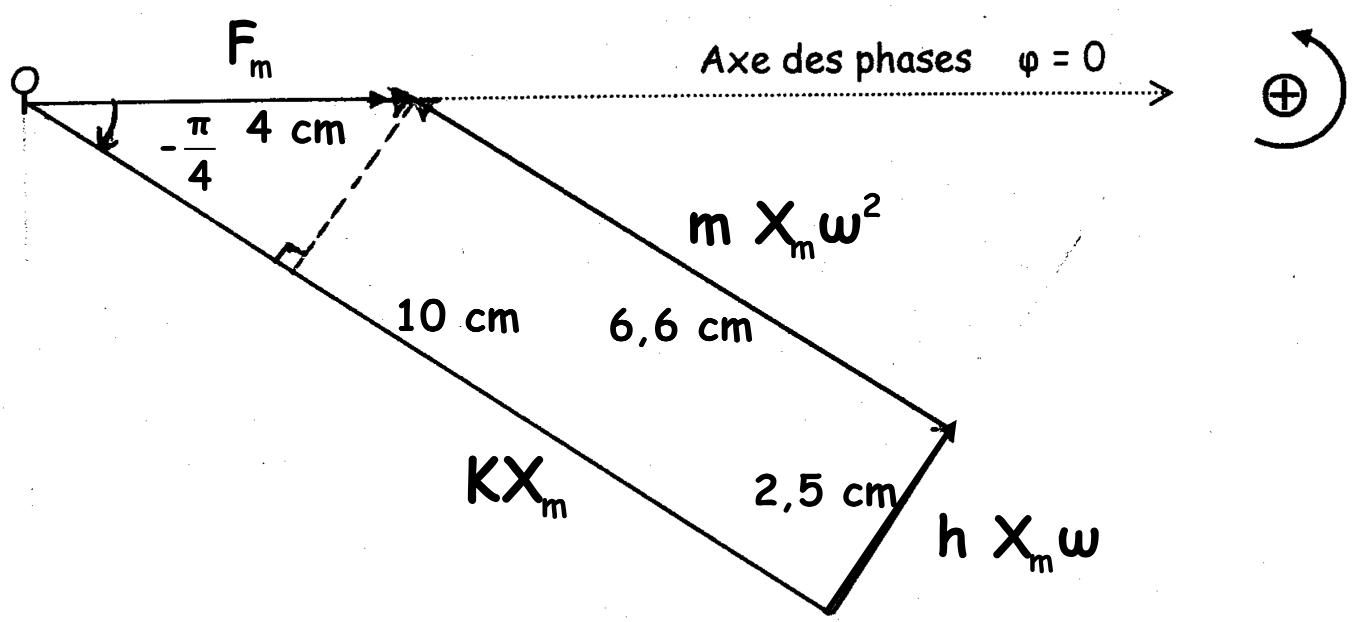
$$\begin{cases} X_m=0{,}05 \text{ cm}=5.10^{-2}\text{m} \\ \omega=\dfrac{2\pi}{T}=\dfrac{2\pi}{0{,}74}=2{,}7\pi \text{ rad.s}^{-1} \\ F(0)=X_m\sin(\varphi_x)=x_0 \Rightarrow \sin\varphi_x=\dfrac{x_0}{X_m}=\dfrac{-0{,}035}{0{,}05}=-0{,}7 \Rightarrow \varphi_x=-\dfrac{\pi}{4}\text{rad} \end{cases} \Rightarrow x(t)=5.10^{-2}\ \sin(2{,}7\pi t-\frac{\pi}{4}\text{rad})$$

3)a)

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + h\frac{dx}{dt} + K\,x = F(t)$$

$$\downarrow \qquad\qquad \downarrow \qquad\qquad \downarrow \qquad\qquad \downarrow$$

$$\vec{v}_1\left|\begin{array}{l} m\,X_m\omega^2 \\ \varphi_x+\pi \end{array}\right. \qquad \vec{v}_2\left|\begin{array}{l} h\,X_m\omega \\ \varphi_x+\dfrac{\pi}{2} \end{array}\right. \qquad \vec{v}_3\left|\begin{array}{l} KX_m=1N \\ \varphi_x=-\dfrac{\pi}{4}\text{rad} \end{array}\right. \qquad \vec{v}\left|\begin{array}{l} F_m=0{,}4\ N \\ \varphi_F=0 \end{array}\right.$$



b) A partir de la construction de Fresnel, en utilisant l'échelle :

$$\left\|\vec{v}_2\right\| = h\ X_m \omega = 0{,}25\ N \Rightarrow h = \frac{\left\|\vec{v}_2\right\|}{X_m \omega} = \frac{0{,}25}{5.10^{-2} \times 8{,}49} = 0{,}5889\ N.s.m^{-1}$$

$$\left\|\vec{v}_1\right\| = m\ X_m \omega^2 = 0{,}66\ N \Rightarrow m = \frac{\left\|\vec{v}_1\right\|}{X_m \omega^2} = \frac{0{,}66}{5.10^{-2} \times (8{,}49)^2} = 0{,}183\ kg = 183g$$

4) D'après le théorème de Pythagore appliqué a un triangle rectangle :

$$OA^2 = OB^2 + AB^2 \Rightarrow F_m^{\ 2} = (KX_m - m\ X_m \omega^2)^2 + (h\ X_m \omega)^2 \Rightarrow F_m^{\ 2} = (K - m\omega^2)^2 X_m^{\ 2} + X_m^{\ 2}(h\ \omega)^2$$

$$\Rightarrow X_m^{\ 2} = \frac{F_m^{\ 2}}{(K - m\omega^2)^2 + (h\omega)^2} \quad \Rightarrow X_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2\omega^2 + (K - m\omega^2)^2}}$$

4) Par analogie mécanique-électrique :

$$X_m \Rightarrow Q_m \ ; \ h \Rightarrow R_t \ ; \ k \Rightarrow \frac{1}{C} \ ; m \Rightarrow L \text{ et } F_m \Rightarrow U_m$$

$$X_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2\omega^2 + (K - m\omega^2)^2}} \Rightarrow Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{R_t^{\ 2}\omega^2 + (\frac{1}{C} - L\omega^2)^2}}$$

A la résonance de charge analogue à la résonance d'amplitude Q_m est maximale si $\frac{dg(\omega)}{d\omega} = 0$ avec $g(\omega) = R_t^{\ 2}\omega^2 + (\frac{1}{C} - L\omega^2)^2$

$$\frac{dg(\omega)}{d\omega} = 0 \Rightarrow \frac{d}{d\omega}(R_t^{\ 2}\omega^2 + (\frac{1}{C} - L\omega^2)^2) = 0 \Rightarrow 2R_t^{\ 2}\omega - 2L\omega \times 2(\frac{1}{C} - L\omega^2) = 0$$

$$R_t^{\ 2} - 2L(\frac{1}{C} - L\omega^2) = 0 \Rightarrow 2L(\frac{1}{C} - L\omega^2) = R_t^{\ 2} \Rightarrow (\frac{1}{C} - L\omega^2) = \frac{R_t^{\ 2}}{2L} \Rightarrow L\omega_r^{\ 2} = \frac{1}{C} - \frac{R_t^{\ 2}}{2L}$$

$$\Rightarrow \omega_r^{\ 2} = \frac{1}{LC} - \frac{R_t^{\ 2}}{2L^2} = \omega_0^{\ 2} - \frac{R_t^{\ 2}}{2L^2} \text{ donc } \omega_r^{\ 2} = \omega_0^{\ 2} - \frac{R_t^{\ 2}}{2L^2} \Rightarrow \omega_r = \sqrt{\omega_0^{\ 2} - \frac{R_t^{\ 2}}{2L^2}}$$