| Lycée secondaire **Iben-Arafa**<br>Lycée secondaire **Sidi zekri**<br>**Djerba** | **Devoir de synthèse n°2** | Année scolaire : 2013 /2014<br>Section : $4^{ème}$ Sc |
|---|---|---|
| | Sciences physiques | **Durée :** 3 heures |

# Chimie ( 9 points)

***Exercice n°1*** (6 points)

Tout les solutions sont prise à 25°C pour la quelle le produit ionique de l'eau est $K_e=10^{-14}$.
On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux présents dans une solution acide.
On considère deux solutions $S_1$ et $S_2$ de même concentration molaire **C**, obtenues par dissolution de deux acides respectifs : $A_1H$ et $A_2H$.
Les pH de ces solutions, mesurés à 25°c, sont indiqués dans le tableau suivant :

| Solution | $S_1$ | $S_2$ |
|---|---|---|
| **acide** | $A_1H$ | $A_2H$ |
| **pH** | **2** | **3,4** |

**1°)** Comparer la force de ces deux acides.

**2°) a-** Dresser le tableau descriptif, d'évolution de la réaction d'un acide AH avec l'eau, en fonction de son avancement volumique.

**b-** Montrer que le taux d'avancement final s'écrit : $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C}$

**3°)** Dans une fiole jaugée de capacité **100 mL** , contenant un volume $V_1$ **= 20 mL** de la solution $S_1$ de l'acide $A_1H$ , on ajoute un volume **V = 80 mL** d'eau distillée.
On obtient une solution $S'_1$ de concentration **C'**.

**a -** Vérifier que : $C' = \frac{C}{5}$

**b -** Un pH-mètre , qui a permis de mesurer le pH avant et après la dilution , a donné respectivement les valeurs de $pH_1$ et de $pH'_1$ tel que $pH'_1 = pH_1 + \log 5$ .
Montrer que le taux d'avancement final avant la dilution $\tau_{f1}$ et après dilution $\tau'_{f1}$ reste le même.

**c –** En déduire que $A_1H$ est un acide fort ,

**d-** Montrer que $C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

**4°) a-** Justifier que $A_2H$ est un acide faible.

**b-** Ecrire l'équation de la réaction de l'acide $A_2H$ avec l'eau.

**5°) a-** En précisant les approximations nécessaires, montrer que : $pH_2 = \frac{1}{2}(pK_a - \log C)$

**b-** Déterminer les concentrations des espèces chimiques dans le mélange sauf l'eau.

**c -** Déterminer, par deux méthodes, la valeur du $pK_a$ du couple $A_2H/ A_2^-$.

***Exercice n°2***

**Texte scientifique** (3 points)

**Dans notre corps, quels rôles jouent les acides et les bases ?**

Les équilibres acido-basiques occupent une place essentielle dans le monde vivant. Le pH de notre sang, par exemple, doit rester dans des limites relativement étroites entre 7 et 7,8. Le rôle de solution tampon est assuré en grande partie par le dioxyde de carbone qui, dissous dans le sang, est en équilibre avec sa base conjuguée, l'ion bicarbonate. L'addition de petites quantités d'acides ou de bases modifie ainsi très peu le pH sanguin. Certaines parties du corps supportent néanmoins une forte acidité. Il s'agit en premier lieu de l'estomac, puisque le suc gastrique, qui contient de l'acide chlorhydrique, a un pH compris entre 2 et 3. La paroi de l'estomac se protège de cette acidité grâce à une épaisse couche de mucus.

Rappelons aussi que les protéines sont formées d'acides aminés qui, comme leur nom l'indique, contiennent un groupement acide, capable de céder un proton ( ion $H^+$) , et un groupement amine, capable de recevoir un proton. La liaison entre le groupement acide d'un acide aminé et le groupement amine d'un autre acide aminé est appelée « liaison peptidique ». Elle lie entre eux les acides aminés pour former de longues chaînes protéiques.

La recherche
L'actualité des sciences

1°) Le dioxyde de carbone qui, dissous dans le sang donne un acide carbonique dont la base conjuguée est l'ion bicarbonate $HCO_3^-$. Donner la formule chimique de cet acide.

2°) a- Préciser le rôle que peut jouer l'acide carbonique et sa base conjugué dans le sang.

b- Le pH du sang est-il sensible à l'addition de petites quantités d'acides ou de bases.

3°) Expliquer comment le suc gastrique est sans effet sur l'estomac.

4°) Montrer que l'acide aminé joue le rôle d'un amphotère.

# Physique ( 11 points)

Un solide (C) de masse m est attaché à un ressort (R) de raideur k = 40 $N.m^{-1}$ et de masse négligeable. Le solide (C), peut glisser sur un banc à coussin d'air horizontal. On désigne par x l'abscisse de G et v sa vitesse dans le repère $(O,\vec{i})$ parallèle au banc. (Voir figure 1)

A un instant $t_0 = 0$ s, qui sera pris comme origine des temps, on écarte le solide (C) de sa position de repos( x = 0) d'une distance d, puis on le libère avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ dans la direction parallèle à l'axe $(O, \vec{i})$.

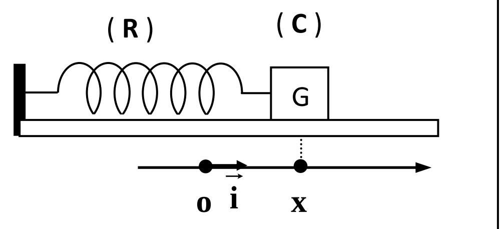


Figure 1

**I- On suppose que les frottements sont négligeables**

**1. a)** Rappeler l'expression de l'énergie mécanique E du pendule élastique (S) :{(c) , (R) }en fonction de : m, k, v et x.

**b)** Justifier que le système (S) est conservatif, déduire l'équation différentielle, en x, des oscillations de G.

**2.** Un système approprié d'acquisition permet d'obtenir la courbes x= f(t) de la figure 2.

**a)** Déterminer :

- ✓ l'amplitude $X_m$ ,et la distance d,
- ✓ la période $T_0$ des oscillations.

**b)** Déduire que la masse du solide (C) est m = 0,1kg.

**c)** Déterminer :

la valeur de l'énergie mécanique E et celle de l'énergie potentielle élastique initiale $E_{pe}(0)$.

**d)** Déduire $\|\vec{v}_0\|$

**e)** Etablir les expressions de x(t) et de v(t)

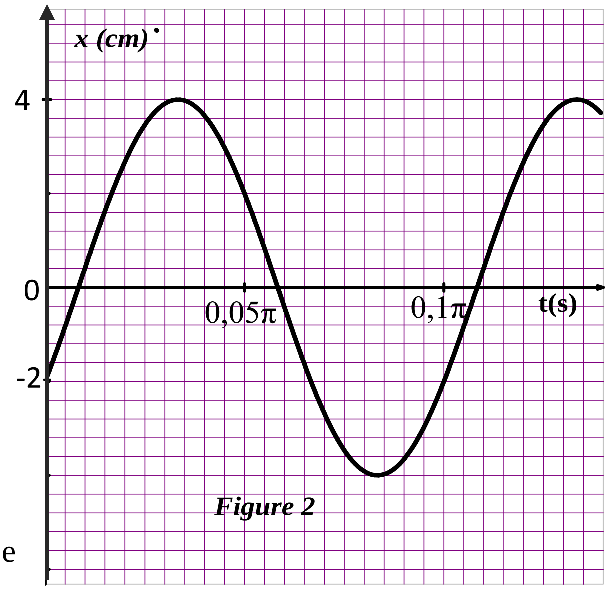


*Figure 2*

**II-** On applique au solide ( C ) une force de frottement de type visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$ ; h est une constante positif et on écarte le solide ( C ) d'une distance d'= 2cm dans le sens positif de sa position d'équilibre puis on l'abandonne à lui même, le solide, y revient sans oscillations.

**1°) a-** Donner l'équation différentielle, en x, de cet oscillateur.

**b-** Préciser le type et le régime des oscillations.

**c-** Représenter l'allure de l'élongation x(t).

**2°) a-** Montrer que le système n'est plus conservatif.

**b-** Déterminer l'énergie mécanique perdue par le système au cours de mouvement de solide.

**III-** Le solide (C) est maintenant soumis, au cours de ses oscillations, à une force excitatrice $\vec{f}(t) = 2{,}4 \sin(\omega t + \varphi_F)\ \vec{i}$ et à une force de frottement de type visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$ ; avec h = 0,8 kg.s$^{-1}$.

**1°)** Sachant que pour un dipôle RLC série soumis à une tension alternative sinusoïdale

$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$, l'équation différentielle en i(t) est : $Ri + L\dfrac{di}{dt} + \dfrac{1}{C}\int idt = u(t)$

et sa solution est de la forme : $i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$ ,

**a-** Faire une construction de Fresnel (sans échelle) relative à l'équation différentielle en i(t) dans le cas d'un circuit capacitif.

**b-** Déduire les expressions que $I_m = \dfrac{U_m}{\sqrt{\left(R^2 + \left(L\omega - \dfrac{1}{C\omega}\right)^2\right)}}$ et $\cos(\varphi_i - \varphi_u) = R\dfrac{I_m}{U_m}$

c- En précisant l'analogie utilisée, écrire :

- ✓ l'équation différentielle en v(t) de l'oscillateur mécanique étudié.
- ✓ les expressions, de l'amplitude $V_m$ de v(t) et de $\cos(\varphi_v - \varphi_F)$

**2°)** Pour une fréquence $N_1$ de l'excitateur, le système approprié d'acquisition permet d'obtenir la courbe v = g(t) de la figure 3

**a)** Déterminer graphiquement la fréquence $N_1$ et l'amplitude Vm de v(t).

**b)** • Déterminer le rapport $\dfrac{F_m}{V_m}$ , donner sa signification physique .

• En déduire que l'oscillateur est en état de résonance de vitesse.

• Justifier que $\varphi_F = 0$ rad.

**c)** Donner l'expression de la puissance mécanique moyenne de cet oscillateur. Calculer sa valeur pour $N = N_1$

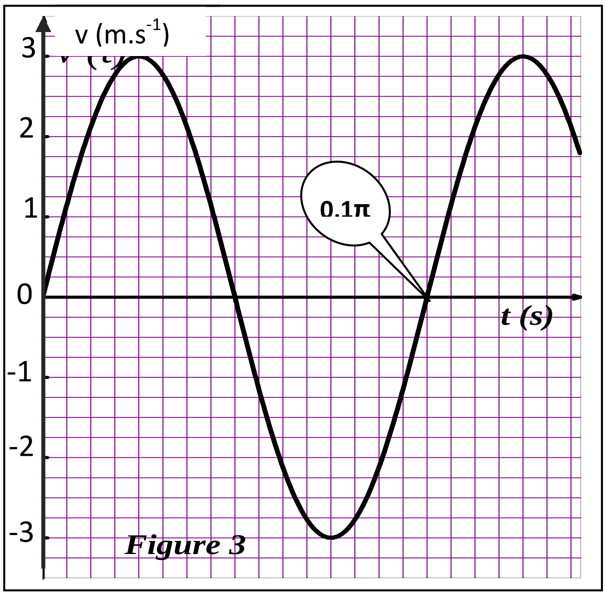


Figure 3

**3)** pour une valeur $N_2$ de la fréquence de l'excitateur, l'amplitude des oscillations devient maximale.

**a)** • Donner le nom du phénomène qui a lieu dans l'oscillateur pour la fréquence $N_2$.

• Quel risque peut avoir lieu.

• Comment peut-on éviter ce risque.

**b)** Dans le cas d'un circuit RLC série, un phénomène analogue peut être observé à une valeur $\omega_r$ de la pulsation de la tension excitatrice u(t). tel que $\omega_r^2 = \omega_0^2 - \dfrac{R^2}{2L^2}$.

• Comparer, sans calcul, $N_1$ et $N_2$.

• Déterminer, par analogie, $N_2$.

**c)** Montrer que $\cos(\varphi_v - \varphi_F) = \dfrac{2\pi N_2 X_m h}{F_m}$

**d)** Déduire l'expression de l'élongation x(t). Sachant que $X_m$= 15,3cm

# Corrigé du devoir de synthèse N° 2

## Année scolaire 13- 14

**La note de l'épreuve = la note de chimie + la note de physique /2**

## Chimie

### Exercice N°1 (6 points)

**1°)** Comparons la force de ces deux acides.

$C_1 = C_2 = C$ et $pH_1 < pH_2$ alors $AH_1$ est plus fort que $AH_2$. **(0,25 pt)**

**2°) a-** Dressons le tableau descriptif.

| Etat du système | Avancement volumique | $AH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| initial | 0 | C | excès | | | $[H_3O^+]_e$ |
| Final | $y_f$ | C- $y_f$ | excès | | $y_f$ | $y_f + [H_3O^+]_e$ |

**(0,5 pt)**

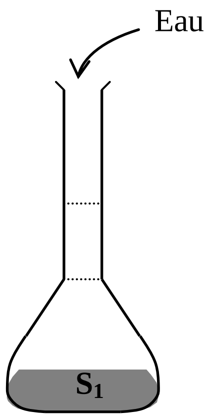
**b-** Montrons que le taux d'avancement final s'écrit : $\tau_f = \dfrac{10^{-pH}}{C}$

On a $\tau = \dfrac{y_f}{y_{max}}$ avec :

- $y_f = [A^-]$ et $[H_3O^+]_e = y_f + [H_3O^+]_e$ et puisque le pH < 6 et $[H_3O^+]_e << [H_3O^+]_{acide}$ alors on peut écrire $y_f = [A^-] = [H_3O^+]_{acide} = 10^{-pH}$
- Si on suppose que la réaction de dissociation de l'acide est totale $C - y_m = 0$ d'où $C = y_m$

D'où $\tau_f = \dfrac{10^{-pH}}{C}$ . **(0,75 pt)**

3°) **a -** Vérifiions que : $C' = \dfrac{C}{5}$



Fiole jaugée de 100 mL

Dans une fiole jaugée de capacité **100 mL** , contenant un volume **$V_1$ = 20 mL** de la solution d'acide **$A_1H$**, on ajoute un volume **V = 80 mL** d'eau distillée. Jusqu'au trait de jauge. On obtient une solution **$S'_1$** de concentration **C'**.

A la suite de la dilution le nombre de moles d'acide ne change pas. On peut écrire alors.

$n = C'V' = C_1V_1$ d'où $C' = \dfrac{C_1.V_1}{V'}$ AN: $C' = \dfrac{C.20}{100} = \dfrac{C}{5}$ **(0,5 pt)**

**b-** Montrons que le taux d'avancement final avant la dilution $\tau_{f1}$ et après dilution $\tau'_{f1}$ reste le même.

$$\tau_f' = \frac{10^{-pH'}}{C'} = \frac{10^{-pH-\log 5}}{\frac{C}{5}} = \frac{10^{-pH_1-\log 5}.5}{C} = \frac{10^{-pH_1}\,10^{-\log 5}.5}{C} = \frac{10^{-pH_1}\,0{,}2.5}{C} = \frac{10^{-pH_1}}{C}$$ donc

le taux d'avancement reste le même. **(0,5 pt)**

**c –** Déduire que **$A_1H$** est un acide fort.

Un acide fort se dissocie totalement, le taux d'avancement de la réaction de sa dissocié est égale à l'unité indépendante de la concentration donc indépendante de la dilution. **(0,5 pt)**

**d-** Montrons que **$C = 10^{-2}$ mol.L$^{-1}$**.

**$A_1H$** est un acide fort alors $pH_1 = -\log C = -\log 10^{-2} = 2$ **(0,25 pt)**

**4°) a-** Justifions que **$A_2H$** est un acide faible.

$-\log C \neq pH_2$ **(0,25 pt)**

**b-** Ecrivons l'équation de la réaction de l'acide **$A_2H$** avec l'eau.

$$H_2A + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$ **(0,25 pt)**

**5°) a-** Montrons que : $pH_2 = \frac{1}{2}(pK_a - \log C)$

$A_2H + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A_2^-$

$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

| Etat du système | Avancement volumique | $A_2H$ | $+ H_2O \rightleftharpoons$ | | $H_3O^+$ | $+ A_2^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| initial | 0 | C | excès | | $10^{-\frac{pK_e}{2}}$ | 0 |
| Final | $y_f$ | C- $y_f$ | excès | | $10^{-pH}$ | $y_f$ |

$$K_a = \frac{[A_2^-][H_3O^+]}{[A_2H]}$$

Approximations

$$[H_3O^+]_{total} = [H_3O^+]_{acide} + [H_3O^+]_{eau} = y_f + 10^{-\frac{pK_e}{2}}$$
$$[H_3O^+]_{total} = [H_3O^+]_{acide} + [OH^-]_{eau}$$

Première approximation

La solution est suffisamment acide pH < 6 alors $[H_3O^+]_{total} >> [OH^-]$. L'équation précédente devient

$$[H_3O^+]_{total} = [H_3O^+]_{acide} = y_f$$
$$[A_2^-] = [H_3O^+] = y_f$$

Deuxième approximation

On a $[A_2H] = C - y_f$

L'acide étant faible donc faiblement dissocié $(\tau_f \leq 0{,}05)$ . Alors $\tau_f << 1$

$y_f << C$ alors $[A_2H] = C$

D'où $K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C} = \frac{10^{-2pH}}{C}$

Expression du pH

$$\log K_a = \log \frac{[H_3O^+]^2}{C} = \log \frac{10^{-2pH}}{C}$$ d'où $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C)$ **(1 pt)**

**b-** Déterminons les concentrations des espèces chimiques dans le mélange sauf l'eau.

$[H_3O^+] = 10^{-3,4} = 3{,}9810^{-4}\ mol.L^{-1} = [A^-]$ ; $[OH^-] = 2{,}51.10^{-11}\ mol.L^{-1}$ **(0,75 pt)**

$[A_2H] = C_1 - [A_2^-] = 10^{-2} - 3{,}98.10^{-4} = 0.96.10^{-2}.mol.L^{-1}$.

**c -** Déterminons, par deux méthodes, la valeur du **$pK_a$** du couple **$A_2H/A_2^-$**.

- $K_a = \frac{[A_2^-][H_3O^+]}{[A_2H]} = \frac{10^{-6,8}}{10^{-2}} = 10^{-4,8}$ alors $pk_a$ = 4,8 **(0,25 pt)**
- On $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C) \Leftrightarrow pK_a = 2pH - \log C = 6{,}8 - 2 = 4{,}8$ **(0,25 pt)**

## Exercice N°2

**Texte scientifique** **(3 points)**

1°) Donnons la formule chimique de cet acide.

$H_2CO_3$ **(0,5 pt)**

2°) a- Précisons le rôle que peut jouer l'acide carbonique et sa base conjugué dans le sang.

l'acide carbonique et sa base conjugué dans le sang joue le rôle de solution tampon. **(0,5 pt)**

b- Le pH du sang n'est pas sensible à l'addition de petites quantités d'acides ou de bases car son L'addition de petites quantités d'acides ou de bases modifie ainsi très peu le pH sanguin. **(0,75 pt)**

3°) Expliquons comment le suc gastrique est sans effet sur l'estomac.

La paroi de l'estomac se protège de cette acidité grâce à une épaisse couche de mucus. **(0,5 pt)**

4°) Montrons que l'acide aminé joue le rôle d'un amphotère.

L'acide aminé, capable de céder un proton donc il joue le rôle d'un acide comme il est capable de recevoir un proton donc il joue le rôle d'une base d'où l'amine est un amphotère. **(0,75 pt)**

## Physique notée sur 22 points

**I- (7,75 points)**

**1. a)** Rappelons l'expression de l'énergie mécanique E du pendule.

élastique (S) ={(c) , (R) }

$$E = E_c + E_{pe} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Kx^2}{2}$$ **(0,5 pt)**

**b)**

- Justifions que le système (S) est conservatif.

Pas de force de frottement alors l'énergie se conserve. On dit que le système est conservatif. **(0,25 pt)**

- Déduisons l'équation différentielle, en x, des oscillations de G.

$$\frac{dE}{dt} = \frac{dx}{dt}(m\frac{d^2x}{d^2t} + kx) = 0 \text{ car le système est coservatif et puisque } \frac{dx}{dt} \neq 0$$ **(0,5 pt)**

$$\text{donc } (m\frac{d^2x}{d^2t} + kx) = 0 \Leftrightarrow (\frac{d^2x}{d^2t} + \omega^2 x) = 0 \text{ Equation différentielle en } x$$

**2°) a)** Déterminons :

- ✓ l'amplitude $X_m$ = 4 cm **(0,5 pt)**
- ✓ la période des oscillations $T_0 = 0{,}1\ \pi$ s **(0,5 pt)**

**b)** Déduisons que la masse du solide (C) est m = 0,1kg.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \Leftrightarrow T_0^2 = 4\pi^2\frac{m}{K} \text{ d'où } m = \frac{T_0^2.K}{4\pi^2} = \frac{40.\pi^2}{4\pi^2 100} = 0{,}1\text{kg}$$ **(1 pt)**

c- ♦ $E = \frac{KX_m^2}{2} = 3{,}2.10^{-2}$ J **(1 pt)**

♦ $E_p(0) = \frac{Kx_0^2}{2} = 0{,}8.10^{-2}$ J **(1 pt)**

**d)** $E_c(0) = E - E_p(0) = 2{,}4.10^{-2}$ J Or $E_c(0) = \frac{mv_0^2}{2}$ d'où $\|\overline{v}_0\| = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} \approx 0{,}69\ ms^{-1}$ **(1 pt)**

**e)** • Expressions de x(t)

$x = X_m\sin(\omega_0.t + \varphi_x)$ à t = 0 $x = X_m\sin(\varphi_x) = -\frac{X_m}{2}$ donc $\varphi_x = -\frac{\pi}{6}$ rad ou $\varphi_x = -\frac{5\pi}{6}$ rad

$v(0) = V_m\cos(\varphi_x) > 0$ le solide C se dirige vers le sens positif à partir de sa position initiale.

Donc $\varphi_x = -\frac{\pi}{6}$ rad d'où $x = 4.10^{-2}\sin(20.t - \frac{\pi}{6})$ **(0,75 pt)**

• Expressions de v(t)

$v = \frac{dx}{dt} = 0{,}8.\sin(20t + \frac{\pi}{3})$ **(0,75 pt)**

**II-(2,75 points)**

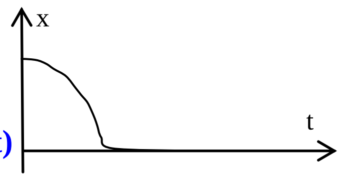
**1°) a-** Donnons l'équation différentielle, en x, de cet oscillateur.

$m\frac{d^2x}{dt^2} + h\frac{dx}{dt} + Kx = 0$ **(0,5 pt)**

**b-** Précisons le type et le régime des oscillations.

Le solide est abandonné à lui-même donc les oscillations sont libres. Le solide revient à sa position d'équilibre sans effectuer d'oscillations alors le régime est apériodique. D'où les oscillations sont libres en régime apériodique. **(0,5 pt)**

**c-** Représentons l'allure de l'élongation x(t).




**(0,25 pt)**

**2°) a-** Montrons que le système n'est plus conservatif.

$\frac{dE}{dt} = \frac{dx}{dt}(m\frac{d^2x}{d^2t} + kx)$ d'après l'équation différentielle $m\frac{d^2x}{d^2t} + kx = -hv$ **(0,5 pt)**

$\frac{dE}{dt} = -hv^2 \neq 0$ le système est alors non coservatif

**b-** Déterminons l'énergie mécanique perdue par le système au cours de mouvement de solide.

A t = 0 l'énergie est purement potentielle élastique. $E_0 = E_p$

On note l'énergie perdue par $w = |\Delta E| = |0 - E_0| = \frac{Kx_{0m}^2}{2} = 0{,}8.10^{-2}\,J$ **(1 pt)**

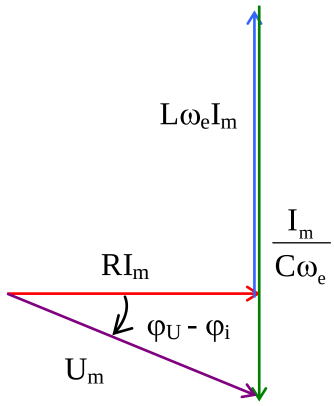
**III- (11,5 points)**

**a-** Faisons uns construction de Fresnel (sans échelle) relative à l'équation différentielle en i(t) dans le cas d'un circuit capacitif.

Un circuit est dit capacitif si $\omega < \omega_0$ **(0,5 pt)**

b- • Expression de $I_m$

D'après la propriété du triangle rectangle (Pythagore), on a :



seddik.abderrazek2012@gmail.com

$$U_m^2 = (RI_m)^2 + (L\omega_e I_m - \frac{I_m}{C\omega_e})^2$$

$$U_m^2 = I_m^2 (R^2 + (L\omega_e - \frac{1}{C\omega_e})^2)$$ **(0,5 pt)**

$$\Leftrightarrow I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega_e - \frac{1}{C\omega_e})^2}}$$

- Expression de $\cos(\varphi_i - \varphi_u)$

$\cos(\varphi_i - \varphi_u) = \frac{RI_m}{U_m}$ **(0,25 pt)**

c- En précisant l'analogie utilisée, écrivons :

✓ l'équation différentielle en v(t) de l'oscillateur mécanique étudié.

Analogie électrique mécanique :

| | Oscillateur électrique | Oscillateur mécanique |
|---|---|---|
| Grandeurs | q, i, L, $\frac{1}{C}$, (R+r), u | x, v, m, K, h, F |

$m\frac{dv}{dt} + hv + \frac{K}{\omega_e}\int v.dt = F$ **(0,5 pt)**

✓ les expressions, de l'amplitude $V_m$ de v(t) et de $\cos(\varphi_v - \varphi_F)$

$V_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 + (m\omega_e - \frac{K}{\omega_e})^2}}$ **(0,5 pt)** $\cos(\varphi_v - \varphi_F) = \frac{hV_m}{F_m}$ **(0,5 pt)**

**2°) a)** Déterminons graphiquement :

- la fréquence $N_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{10}{\pi} = 3{,}18\,Hz$ **(0,5 pt)**

- $V_m = 3\ m.s^{-1}$ **(0,5 pt)**

**b)** • Déterminons, le rapport $\frac{F_m}{V_m}$, donnons sa signification physique .

Ce rapport est appelé impédance mécanique noté $Z_m = \frac{F_m}{V_m} = \frac{2{,}4}{3} = 0{,}8\,kg.s^{-1}$ **(1 pt)**

- Déduisons que l'oscillateur est en état de résonance de vitesse.
  On constate que $Z_m = h$ alors l'oscillateur est en état de résonance de vitesse. **(0,5 pt)**
- Justifions que $\varphi_F = 0$ rad.
  A la résonance de vitesse $\varphi_F - \varphi_v = 0$ la courbe de v(t) commence par monter à partir de t = 0 s alors sa phase initiale $\varphi_v = 0$ rad d'où $\varphi_F = 0$ rad. **(1 pt)**

**c)** Donnons l'expression de la puissance mécanique moyenne de cet oscillateur. Calculer sa valeur pour $N = N_1$

$$P_m = \frac{F_m V_m}{2}\cos(\varphi_F - \varphi_V) = h\frac{V_m^2}{2} = \frac{0,8.9}{2} = 3,6\,w$$ **(1 pt)**

3°) **a)** • Donnons le nom du phénomène qui a lieu dans l'oscillateur pour la fréquence $N_2$.
Ce phénomène est appelé résonance d'amplitude. **(0,25 pt)**

- Le ressort risque d'être endommagé. **(0,25 pt)**
- Pour éviter ce risque**,** on évite de travailler à la fréquence de résonance de résonance ou augmenter les frottements. **(0,25 pt)**

**b)** • Comparons, sans calcul, $N_1$et $N_2$.
A la résonance d'amplitude la fréquence de résonance $N_2 < N_0 = N_1$. **(0,5 pt)**

• Déterminer, par analogie, $N_2$.
Par analogie mécanique on peut écrire

$$\omega_2 = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{h^2}{2m^2}} = \sqrt{4\pi^2 N_1^2 - \frac{h^2}{2m^2}} = \sqrt{400 - \frac{0,8^2}{2.10^{-2}}} = 19,18\,rad.s^{-} \Rightarrow N_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} \approx 3,05\,Hz$$ **(1 pt)**

**c)** Montrons que $\cos(\varphi_v\text{-}\varphi_F) = \dfrac{2\pi N_2 X_m h}{F_m}$

On a $\cos(\varphi_v - \varphi_F) = \dfrac{hV_m}{F_m} = \dfrac{h\omega_2 X_m}{F_m} = \dfrac{h.2\pi N_2 X_m}{F_m}$ **(0,5 pt)**

**d)** Déduisons l'expression de l'élongation x(t). Sachant que $X_m$= 15,3cm

$$\cos(\varphi_v - \varphi_F) = \cos(\varphi_v) = \frac{h.2\pi N_2 X_m}{F_m} = \frac{0,8.2\pi.3,05.15,3.10^{-2}}{2,4} = 0,97$$

On a $N_2 < N_0$ v(t) est en avance de phase par rapport à F(t) donc $\varphi_v > 0$

Alors $\varphi_v = 0,24$ rad et $\varphi_x = \varphi_v - \dfrac{\pi}{2} = -1,32\,rad$

$x(t) = 15.3.10^{-2}\sin(6,1\pi t - 1,32)$ **(1,5 pt)**