

Prof : Mr Sdiri Anis

Ce devoir comporte deux exercices de chimie (pH d'une solution aqueuse, dosage d'un acide par une base forte ; pH à l'équivalence avant dilution et après, pH à la demi-équivalence) et deux exercices de physique (oscillations électriques forcées construction de Fresnel ; analogie électrique mécanique)

CHIMIE

Exercice N°1

Toutes les solutions sont prises à **25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est **$K_e=10^{-14}$** .

On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau. En dissolvant chacun des trois acides **A_1H** , **A_2H** et **A_3H** dans l'eau pure, on prépare respectivement trois solutions aqueuses acides (**S_1**), (**S_2**) et (**S_3**) de même concentration **C**. L'un des acides est fort, alors que les deux autres sont faibles.

Solutions	(S_1)	(S_2)	(S_3)
pH	2,55	1,3	3,05

La mesure des **pH** des trois solutions fournit le tableau suivant

1) Classer les acides **A_1H** , **A_2H** et **A_3H** par ordre de force croissant. En déduire l'acide fort.

2) Rappeler l'expression du **pH** d'un acide fort. Déterminer alors la valeur de **C**.

3) a- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique de la réaction de tout acide faible. **AH** avec l'eau. On désigne par **y** l'avancement volumique de la réaction

b- Montrer que la constante d'acidité **Ka** de tout acide faible **AH** peut s'écrire sous la forme :

$$K_a = \frac{10^{-pH} \cdot \tau F}{1 - \tau F}, \text{ ou } \tau F \text{ désigne le taux d'avancement volumique final de la réaction}$$

c- Montrer, tout en **justifiant les approximations** utilisées, que pour un acide faible :

$$pK_a = 2pH + \log C$$

4) Comparer les **pKa** des deux acides faibles et déduire celui qui est le plus fort.

5) On réalise la dilution au **1/10** de chacune des solutions précédentes. On obtient des Nouvelles solutions (**$S'1$**), (**$S'2$**) et (**$S'3$**)

Calculer le nouveau **pH** de chaque solution.

Exercice N°2

On dispose des deux flacons 1 et 2 suivants :

Le flacon 1 contient une solution aqueuse d'un acide, le chlorure d'hydrogène (**HCl** acide fort) de concentration **C_a** .

Le flacon 2 contient une solution aqueuse d'acide méthanoïque (**HCOOH**) de concentration molaire **C'_a** .

On dose séparément, un volume **$V = 20 \text{ mL}$** de chacune des deux solutions par une solution d'hydroxyde de potassium (**KOH**) de concentration molaire **C_b** . Au cours du dosage, on suit à l'aide d'un pH-mètre l'évolution de **pH** du milieu réactionnel en fonction du volume **V_b** de la solution d'hydroxyde de potassium versée, On obtient les courbes (1) et (2) (**voir annexe**)

a) Dire en le justifiant laquelle des deux courbes qui correspond au dosage de la solution de chlorure d'hydrogène.

b) Déterminer à partir du graphe (**voir annexe exercice N°2**) :

* Le **pH** initial de la solution de chlorure d'hydrogène.

* Les coordonnées du point d'équivalence correspondant au dosage du chlorure d'hydrogène (**par la méthode des tangentes parallèles**).

c) Déduire :

- La concentration C_a de l'acide chlorhydrique.
- La concentration C_b de la base ajoutée.

- 2)
- Montrer que $C_{a'} = C_a = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$
 - L'acide méthanoïque est-il faible ou fort ? Justifier la réponse.
 - Ecrire l'équation de la réaction qui se produit au cours de son dosage et **montrer** que la réaction de dosage est **totale** (on donne $K_a (\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) > 10^{-4}$).
 - Montrer** qu'à la demi-équivalence le **pH** du mélange réactionnel est égal au pKa du couple **HCOOH/HCOO⁻**
 - Déduire de la courbe la valeur du pKa de ce couple.
 - on donne $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pKa} - \log C_{a'})$, retrouver la valeur de $C_{a'}$

3) Pour permettre la bonne immersion de l'électrode du pH-mètre dans le mélange on ajoute **50 mL** d'eau pure à **20 mL** d'acide Méthanoïque contenu dans le bêcher et on refait le dosage.

a) Préciser en le justifiant **l'effet de cette dilution** sur les valeurs relatives au :

* Volume de la solution basique ajoutée pour atteindre l'équivalence.

* pH du mélange réactionnel à la demi-équivalence.

b) Trouver la valeur du pH à l'équivalence **avant et après dilution**

c) pourquoi qu'à l'équivalence le mélange est basique ($\text{pH}_E > 7$)?

4) On s'intéresse à la détermination du point d'équivalence de chaque dosage.

Parmi ces indicateurs colorés, dont on donne la zone de virage, lequel doit-on choisir pour chacun de ces dosages ? Justifier

Indicateur	hélianthine	Bleu de Bromothymol	Phénophtaléine
Zone de virage	3,1 4,4	6,2 7,6	8 10

Physique

Exercice N°1

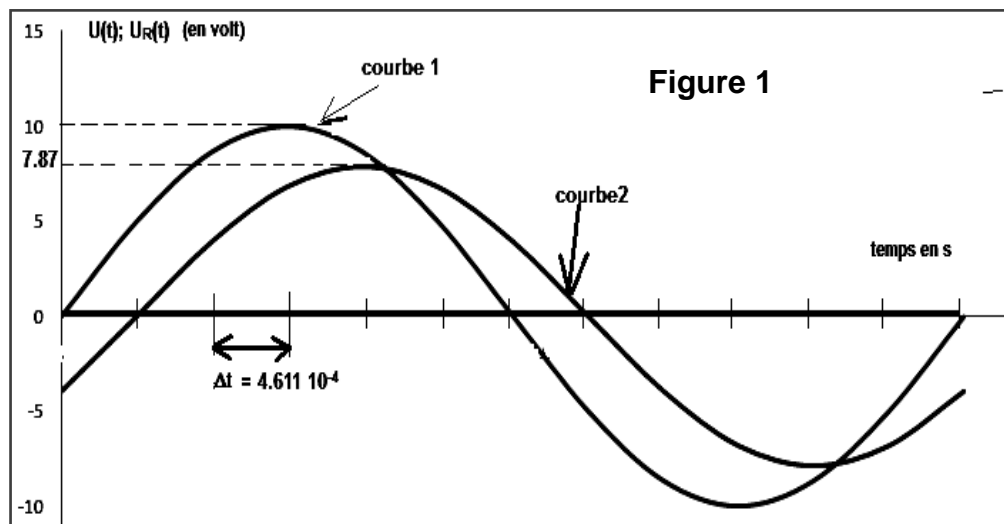
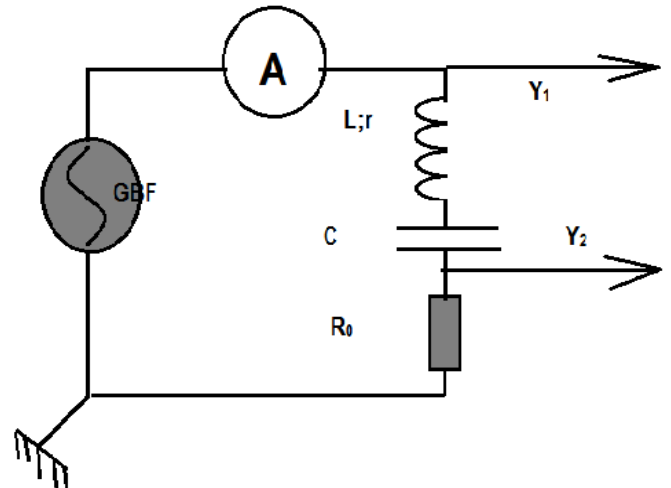
Un circuit RLC constitué d'une bobine d'inductance L et de résistance r , d'un condensateur de capacité C relié a un générateur a basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cdot \sin(\omega t)$, tel que U_m est l'amplitude maximale et ω est la pulsation des oscillations de la tension $u(t)$

Un oscilloscope permet de visualiser les tensions aux voix Y_1 et Y_2 (voir figure N°1)

- Indiquer les tensions visualisées par l'oscilloscope
- Exploiter les courbes de la figure 1, et déterminer les tensions maximales aux bornes du générateur ainsi aux bornes du résistor de résistance R_0

- Un ampèremètre branché en série dans le circuit électrique affiche une valeur égale à **0.0278 A**

- Déterminer la valeur de l'intensité maximale I_m
- Montrer que la valeur de R_0 vaut **200Ω**

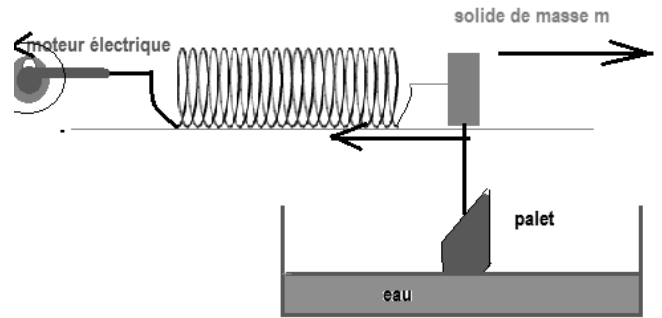


- c) En exploitant la courbe Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_u$
- d) Le circuit électrique est-il **inductif**, **résistif** ou **capacitif** pourquoi ?
- e) Sachant que $\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_u = -\frac{\pi}{6}$ rad, écrire la relation qui lie U_m , R_0 , r et I_m
- f) déduire la valeur de r résistance interne de la bobine
- 4- un voltmètre branché **aux du condensateur** indique une tension efficace $U_c = 12.26$ V
- trouver la **tension maximale** aux bornes du condensateur et déduire la valeur de la **capacité C**
 - compléter la construction du Fresnel et déduire la valeur de l'inductance L
 - retrouver la valeur de la résistance interne r en exploitant la construction du Fresnel

Exercice N°2

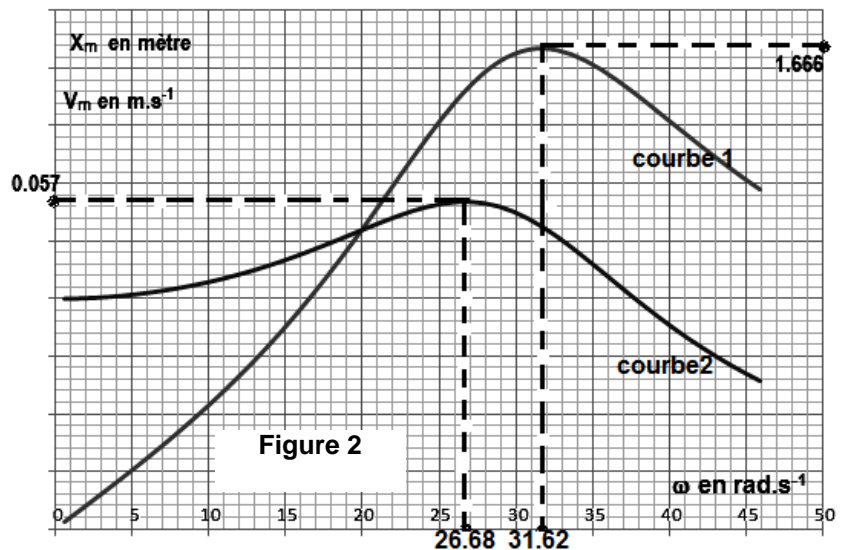
on dispose d'un solide de masse m attaché a un ressort de raideur K , le système effectue des **oscillations sinusoïdales** entretenues par un moteur électrique qui excite le système mécanique par une force excitatrice $F(t) = F_m \sin(\omega.t)$, un palet est fixé sur le solide et plongé dans un bain rempli d'eau pour assuré des forces de frottements dont la somme est force de vecteur force

$\vec{f} = -h.\vec{v}$ tel que h est le coefficient de frottement et \vec{v} est le vecteur vitesse du solide tel que $\vec{v}(t) = V_m \sin(\omega.t + \varphi_v)$. Des mesures sont pris de l'évolution de la vitesse maximale ainsi de l'élongation maximale V_m et X_m ont données les courbes ci-contre (figure 2)



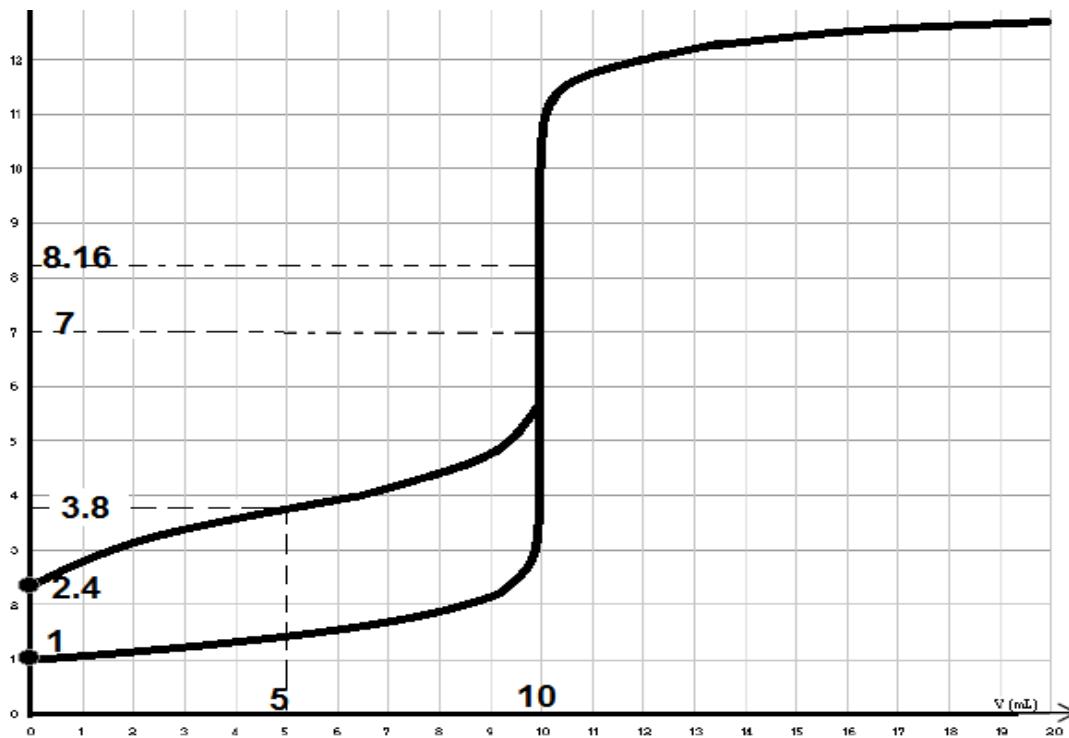
- en exploitant la **figure N°2**, dire quelle est la courbe qui traduit l'évolution de la vitesse maximale en fonction de la pulsation
- déduire les pulsations de résonance de la vitesse ainsi celle qui correspond a la résonance d'élongation

- Sachant que le coefficient de frottement h est égale à 1.2 kg.s^{-1} ,
 - Etablir par analogie électrique mécanique (sans démonstration) l'expression qui lie les expressions ω_0 (pulsation de résonance de vitesse), ω_r (pulsation de résonance d'élongation), h (coefficient de frottement) et la masse m de solide
 - Montrer que la masse m du solide est égale à environ **50g**
 - Déduire la valeur de la constante de raideur K



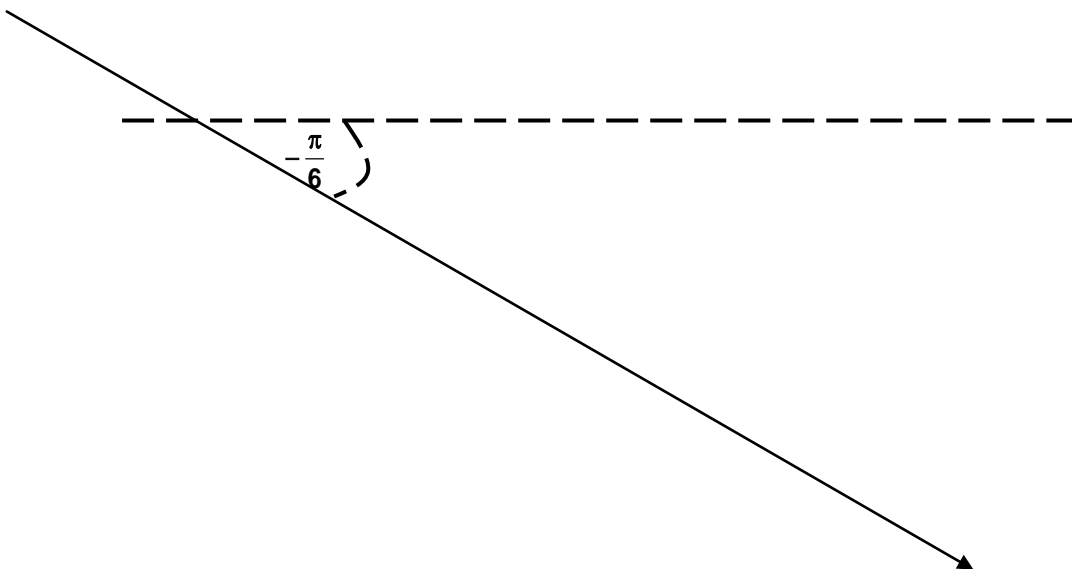
NOM.....Prénom.....N°.....

Exercice N°



Physique
Exercice N°1

Echelle : 1cm → 2V

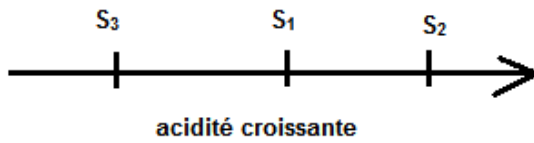


Correction de devoir de contrôle N°2 2015-2016

Chimie

Exercice N°1

- 1- « A même pH, l'acide le plus fort est celui qui a la concentration la plus faible »



S₂ est l'acide fort

2- $\text{pH} = -\log C \Rightarrow C = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1.3} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$

3-

a.

Equation de la reaction	$\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$		
Etat de syste	Avancement v		
Initial	0	C	0
		on negligee les ions H_3O^+ provenant de l'ic propre de l'eau	
Final	y _f	C-y _f	10 ^{-pH}

b. $K_a =$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{AH}]} = \frac{10^{-\text{pH}} [\text{A}^-]}{[\text{AH}]} = \frac{10^{-\text{pH}} \times c \cdot \tau}{c - c \cdot \tau}$$

$$\frac{10^{-\text{pH}} \times c \cdot \tau}{c - c \cdot \tau} = \frac{10^{-\text{pH}} \times c \cdot \tau}{c(1 - \tau)} = \frac{10^{-\text{pH}} \times \tau}{(1 - \tau)}$$

c. Si on considère que l'acide est un acide faible et faiblement ionisé : $K_a = \frac{10^{-\text{pH}} \times \tau}{1} = 10^{-\text{pH}} \times \tau \Rightarrow$

$$\tau = \frac{K_a}{10^{-\text{pH}}} = \frac{10^{-\text{pKa}}}{10^{-\text{pH}}} = 10^{\text{pH} - \text{pKa}}$$

Or $y_f = [\text{H}_3\text{O}^+] = c \times \tau = c \times 10^{\text{pH} - \text{pKa}}$

$$10^{-\text{pH}} = c \times 10^{\text{pH} - \text{pKa}} \Rightarrow -\text{pH} = \log(c) + \text{pH} - \text{pKa}$$

$$\text{pKa} = 2\text{pH} + \log(c)$$

4- $\text{pKa}_1 = 2 \times 2.55 + (-1.3) = 3.8$

$$\text{pKa}_3 = 2 \times 3.05 + (1.3) = 4.8$$

5- $\text{pH}_1 = \frac{1}{2} \times (\text{pKa}_1 - \log(c) + 1) = 3.05$

$$\text{pH}_3 = \frac{1}{2} \times (\text{pKa}_3 - \log(c) + 1) = 3.55$$

Exercice N°2

1.

a) courbe 1 dosage acide fort base forte (présente un seul point d'inflexion)

b) $\text{pH} = 1$

(10ml ; 7)

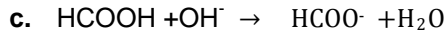
c) $c_a = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$

$$C_a V_a = C_B V_{BE} \Rightarrow C_B = \frac{C_a \times v_a}{V_{BE}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

2.

a. on a $C_a V_a = C_B V_{BE}$ de même $C_{a'} V_{a'} = C_B V_{BE} = C_a V_a = C_B V_{BE}$ car $V_a = V_{a'} = 20 \text{ ml} \Rightarrow C_a = C_{a'} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$

b. l'acide méthanoïque est un acide faible car $C_{a'} \neq 10^{-\text{pH}}$



$$K = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]} > \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]} = \frac{K_a}{K_e} =$$

$$10^{14} \times 10^{-4} = 10^{10} \gg 10^2$$

la réaction de dosage est totale

d. $K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{\left(\frac{c_b \times v_b}{v_a + v_b}\right) \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{\left(\frac{c_a \times v_a}{v_a + v_b}\right)}$

au point d'équivalence $K_a =$

$$\frac{\left(\frac{c_b \times \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}{v_a + \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}\right) \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{\left(\frac{c_a \times v_a}{v_a + \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}\right)} = \frac{\left(\frac{c_b \times \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}{v_a + \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}\right) \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{\frac{c_b \times v_{BE}}{v_a + \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}} \cdot \frac{c_b \times \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}{v_a + \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}} =$$

$$\frac{\left(\frac{c_b \times \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}{v_a + \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}\right) \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{\frac{c_b \times \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}{v_a + \left(\frac{1}{2}\right) \times v_{BE}}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

voir cours

e. $\text{pKa} = 3.8$

f. $C_{a'} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$

3.

a. Volume de la solution basique ne va pas être changer, car la quantité de matière de l'acide n'a pas changé au cours de la dilution

La dilution fait toujours rapprocher le pH vers la valeur 7, donc le pH va diminuer

b. $\text{pH} = \frac{1}{2} \times (\text{pka} + \text{pke} + \log(\text{HCOO}^-))$

avant dilution :

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \times \left(3.8 + 14 + \log \left(\frac{c_b \times v_{BE}}{v_a + v_{BE}} \right) \right) =$$

$$\frac{1}{2} \times \left(3.8 + 14 + \log \left(\frac{0.2 \times 10 \times 10^{-3}}{20 \times (10^{-3}) + 10 \times (10^{-3})} \right) \right) = 8.3$$

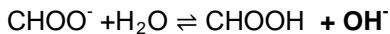
Après dilution

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \times \left(3.8 + 14 + \log \left(\frac{c_b \times v_{BE}}{v_a + v_{BE} + v_E} \right) \right) =$$

$$\frac{1}{2} \times \left(3.8 + 14 + \log \left(\frac{0.2 \times 20 \times 10^{-3}}{20 \times (10^{-3}) + 10 \times (10^{-3}) + 50 \times 10^{-3}} \right) \right) = 8.09$$

Correction de devoir de contrôle N°2 2015-2016

- c. le mélange est basique car, l'entité qui existe CHOO⁻ réagit avec l'eau pour donner l'entité OH⁻ suivant la réaction :



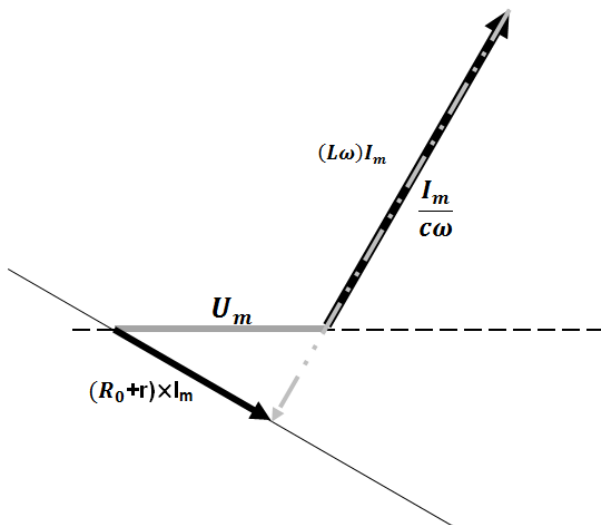
4. phénophthaléine, car $\text{pH}_E \in$ sa zone de virage

Physique

1. U_{GBF} et U_{R0}
2. $U_{\text{GBF}} = 10\text{V}$; $U_{R0} = 7.87\text{V}$
- 3.
- a. $I_m = I_{\text{eff}} \times \sqrt{2} = 0.0278 \times \sqrt{2} = 0.039315$
- b. $R_0 = \frac{U_{R0}}{I_m} = \frac{7.87}{0.039315} = 200.1 \Omega$
- c. $\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_u = -2 \times \frac{\pi}{T} \times \Delta T = -2 \times \pi \times \frac{1}{12} = -\frac{\pi}{6} \text{ rad}$
- d. inductif
- e. $(R_0 + r) I_m = U_m \times \cos(\varphi_i - \varphi_u) = U_m \times 0.866$
 $= 10 \times 0.866 = 8.66 \text{ V} \Rightarrow (R_0 + r) = \frac{8.66}{0.039315} = 220.27 \Omega$
- f. $r = 220.27 - 200.1 = 20.1 \Omega$

4.

a.



$$U_{\text{cm}} = 12.26 \times \sqrt{2} = 17.33 \text{ V}$$

$$\frac{I_m}{c\omega} = 17.33 \text{ V} \Rightarrow c = \frac{I_m}{17.33 \times \omega}$$

$$= \frac{0.039315}{17.33 \times \omega}$$

$$\text{or } \omega = 2 \times \pi \times N = \frac{2 \times \pi}{T} = \frac{2 \times \pi}{12 \times \Delta t} = \frac{2 \times \pi}{12 \times 4.611 \times 10^{-4}} = 1135.54 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$C = \frac{0.039315}{17.33 \times 1135.54} = 2.10^{-6} \text{ F}$$

- b. d'après Fresnel $\omega I_m = 17.34 \text{ V} \Rightarrow L = \frac{22.6}{\omega I_m} = 0.5 \text{ H}$
- c. $(R_0 + r) \times I_m = 8.6 \text{ V} \Rightarrow (R_0 + r) = \frac{8.65}{I_m} = \frac{8.65}{0.039315} = 220 \Rightarrow r = 20 \Omega$

Exercice n°2

1. Courbe 1 car la résonance de vitesse s'effectue tjrs pour une pulsation légèrement supérieure à celle qui correspond à la résonance d'élongation
2. $\omega_0 = 31.62 \text{ rad.s}^{-1}$ résonance de vitesse
 $\omega_r = 26.68 \text{ rad.s}^{-1}$ résonance d'élongation
- 3.

$$\text{a. } \omega_r = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{h^2}{2 \times m^2}}$$

$$\text{b. } m^2 = \frac{h^2}{2 \times (\omega_0^2 - \omega_r^2)} \Rightarrow$$

$$m = \frac{h}{\sqrt{2 \times (\omega_0^2 - \omega_r^2)}} = 0.05 \text{ kg} = 50 \text{ g}$$

$$\text{c. } \frac{k}{m} = \omega_0^2 \Rightarrow k = m \times \omega_0^2$$

$$K = 0.05 \times 31.62^2 = 50 \text{ N.m}^{-1}$$