

Chimie :

Exercice 1 (4 points)

On réalise à 25°C, une pile électrochimique (P) alimentant un circuit extérieur comportant un conducteur ohmique de résistance (R), un ampèremètre (A) et un interrupteur (K) (voir figure 1).

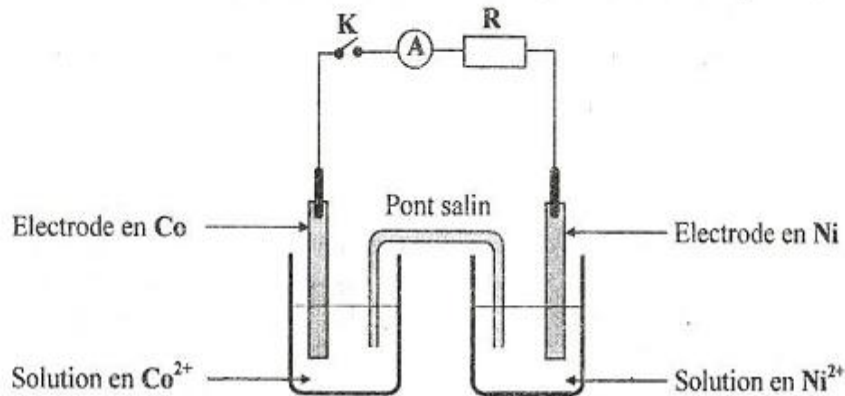


figure 1

- L'équation chimique associée à cette pile est : $\text{Co} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + \text{Ni}$.
- La constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée est : $K_1 = 4,64$.
- La fem de la pile étudiée est donnée par la relation : $E = E^0 - 0,03 \log \frac{[\text{Co}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]}$; E^0 étant la fem standard de la pile.
- On suppose que durant le fonctionnement de la pile (P), aucune des lames ne disparaisse complètement et que les volumes des solutions dans les deux compartiments restent constants et égaux.

1- Donner le symbole de la pile (P).

2- L'interrupteur (K) est ouvert. La mesure de la fem initiale de cette pile, à l'aide d'un voltmètre de très grande résistance, donne : $E_i = -0,01 \text{ V}$.

a- Préciser, en le justifiant, le pôle positif de la pile (P).

b- Déterminer la valeur de E^0 puis comparer, en le justifiant, les pouvoirs réducteurs des couples rédox mis en jeu dans la pile (P).

c- Montrer que la valeur du rapport des concentrations molaires initiales est : $\frac{[\text{Co}^{2+}]_0}{[\text{Ni}^{2+}]_0} = 10$.

3- L'interrupteur (K) est fermé.

a- Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément. Justifier.

b- La pile cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur lorsque la concentration molaire des ions Co^{2+} prend la valeur $90,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

b₁- Montrer que les concentrations molaires initiales des ions Co^{2+} et Ni^{2+} vérifient la relation suivante : $[\text{Co}^{2+}]_0 + [\text{Ni}^{2+}]_0 = 1,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

b₂- Dédurre de ce qui précède les valeurs de $[\text{Co}^{2+}]_0$ et $[\text{Ni}^{2+}]_0$.

Exercice 2 (3 points)

Le gaz phosgène COCl_2 est employé dans la fabrication de verres d'optique de grande qualité. A des températures assez élevées, il se décompose en dichlore Cl_2 et en monoxyde de carbone CO . La réaction modélisant cette transformation est symbolisée par l'équation chimique suivante :



On introduit, à l'instant $t = 0$, une quantité $n_0 = 0,80$ mol de phosgène dans un réacteur préalablement vide et maintenu à une température $\theta = 400^\circ\text{C}$. Sous une pression P_1 , la quantité de phosgène restant dans le réacteur à la fin de la réaction est : $n_f = 0,68$ mol.

- 1- a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.
b- Déterminer la composition molaire finale du mélange (M) présent dans le réacteur.
c- Déterminer le taux d'avancement final τ_f de la réaction de décomposition du phosgène.
d- Préciser en le justifiant, si la transformation étudiée est totale ou limitée.
- 2- On maintient la température du mélange (M) constante et égale à 400°C , et on amène la pression de la valeur P_1 à une valeur P_2 . Le taux d'avancement final de la réaction de décomposition du phosgène devient : $\tau_f = 0,17$. Comparer, en le justifiant, P_2 à P_1 .

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (6 points)

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève est chargé de trouver expérimentalement les valeurs de la capacité C d'un condensateur et de l'inductance L d'une bobine de résistance supposée nulle.

On met à sa disposition le condensateur, la bobine, un générateur de résistance négligeable et de fem E réglable, un conducteur ohmique de résistance R_1 réglable, un conducteur ohmique de résistance $R_2 = 20 \Omega$, un oscilloscope, deux interrupteurs et des fils de connexion.

Avec ce matériel, l'élève réalise le montage schématisé sur la figure 2 de la page 5/6 (à rendre avec la copie) puis, il procède comme suit :

Première expérience : détermination de la capacité C du condensateur.

Le condensateur étant déchargé. A l'instant $t = 0$, l'élève ferme l'interrupteur K_1 (en maintenant K_2 ouvert) et suit, à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution temporelle de la tension u_c aux bornes du condensateur.

Pour $R_1 = 220 \Omega$ et $E = 3,8 \text{ V}$, il obtient la courbe de la figure 3 de la page 5/6.

L'expression en fonction du temps de la tension aux bornes du condensateur est : $u_c(t) = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$;

où U_0 et τ sont deux constantes positives non nulles.

- 1- a- En se référant à l'expression de $u_c(t)$, préciser la limite vers laquelle tend u_c pour un temps de charge très long.
b- En déduire graphiquement, la valeur de U_0 .
- 2- a- Nommer τ , puis donner son expression en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit.
b- Calculer la valeur de u_c à l'instant $t = \tau$.
c- En déduire graphiquement, la valeur de τ . Trouver alors celle de C .
- 3- a- Donner l'expression de l'intensité i du courant traversant le circuit en fonction de C et $\frac{du_c}{dt}$.
b- En déduire l'expression de la tension u_{R_1} aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_1 en fonction du temps.
c- Tracer sur la figure 3 de la page 5/6, l'allure de la courbe traduisant l'évolution de la tension u_{R_1} en fonction du temps dans l'intervalle $[0 ; 3,5 \text{ ms}]$.
- 4- Pour charger plus rapidement le condensateur, préciser en le justifiant, s'il faut augmenter la valeur de E ou diminuer celle de R_1 .

Deuxième expérience : détermination de la valeur de l'inductance L de la bobine.

Une fois la première expérience réalisée (condensateur complètement chargé), l'élève ouvre K_1 puis, à un instant pris comme origine des temps, il ferme K_2 . A l'aide de l'oscilloscope, il enregistre l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 4**.

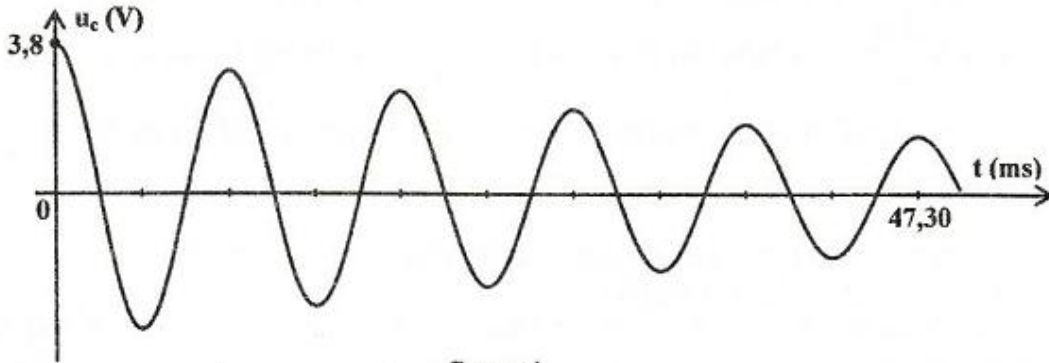


figure 4

Les oscillations électriques enregistrées sont régies par l'équation différentielle suivante :

$$LC \frac{d^2 u_c(t)}{dt^2} + R_2 C \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = 0$$

- 1- Qualifier les oscillations enregistrées sur la **figure 4** en choisissant un ou plusieurs adjectifs parmi : **amorties ; périodiques ; libres ; apériodiques ; forcées ; non amorties.**
- 2- a- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période **T** de ces oscillations.
b- En admettant que **T** est égale à la période propre T_0 du circuit **LC**, déterminer la valeur de l'inductance **L** de la bobine.
- 3- a- Rappeler, en fonction de **C**, **L**, **i** et u_c , les expressions des énergies E_e et E_m emmagasinées respectivement par le condensateur et par la bobine ; **i** étant l'intensité du courant traversant le circuit à un instant **t**.
b- Montrer que : $\frac{dE_t}{dt} = -R_2 i^2$; où E_t désigne l'énergie totale emmagasinée dans le circuit à un instant **t**.
c- En déduire une explication de la diminution de l'amplitude des oscillations électriques enregistrées sur la **figure 4**.

Exercice 2 (4 points)

Le pendule élastique de la **figure 5 de la page 6/6 (à rendre avec la copie)** est constitué d'un ressort hélicoïdal à spires non jointives, de constante de raideur $k = 12 \text{ N.m}^{-1}$, d'axe horizontal et de masse négligeable. L'une de ses extrémités est fixée à un support immobile. A l'autre extrémité est accroché un solide (S), de centre d'inertie **G** et de masse **m**, pouvant osciller selon l'axe horizontal $x'x$. Au cours de son mouvement oscillatoire, (S) est soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$; où **h** est une constante positive et \vec{v} est la vitesse instantanée du centre d'inertie **G** de (S).

A l'aide d'un dispositif approprié, on applique sur (S) une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi Nt) \vec{i}$, d'amplitude F_m constante et de fréquence **N** réglable ; \vec{i} étant le vecteur directeur unitaire de l'axe $x'x$.

La position de **G** est repérée par son abscisse **x** dans le repère (O, \vec{i}) . L'origine **O** correspond à la position de **G** lorsque (S) est au repos.

L'élongation $x(t) = X_m \sin(2\pi Nt + \varphi_x)$ de **G**, est une solution de l'équation différentielle :

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + h \frac{dx(t)}{dt} + k x(t) = F(t) \quad (I)$$

- 1- La courbe de la **figure 6 de la page 6/6**, représente l'évolution au cours du temps de l'élongation x de G lorsque la fréquence de l'excitateur est ajustée à une valeur $N = N_1$.
- a- En exploitant la courbe de la **figure 6**, déterminer les valeurs de la fréquence N_1 , de l'amplitude X_{m_1} et de la phase initiale φ_{x_1} de l'élongation $x(t)$.
- b- Sur la **figure 7 de la page 6/6**, est représenté le vecteur de Fresnel \overline{OA} associé à la fonction $Y(t) = \left(m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + kx(t) \right)$ pour la fréquence $N = N_1$. Compléter la construction de Fresnel relative à l'équation (I) en représentant les vecteurs \overline{AB} et \overline{OB} , associés respectivement, à $h \frac{dx(t)}{dt}$ et à $F(t)$.
- c- En exploitant la construction de Fresnel, déterminer les valeurs de F_m , h et m .
- 2- Dans ce qui suit, on prendra: $m = 0,08 \text{ kg}$.
Pour une valeur particulière N_2 de la fréquence N de la force excitatrice, la fonction $Y(t)$ s'annule.
- a- Montrer que N_2 correspond à la fréquence propre N_0 de l'oscillateur. Calculer sa valeur.
- b- Déterminer en fonction de N_2 , h et F_m , l'expression de l'amplitude X_{m_2} des oscillations de G à la fréquence N_2 . Calculer sa valeur.

Exercice 3 (3 points)

Etude d'un document scientifique

Créer de l'électricité avec du magnétisme

Si un courant peut générer un champ magnétique, l'inverse est-il vrai ? Pour répondre à cette question, Michael Faraday réalise, en 1831, l'expérience schématisée sur la **figure 8**: sur un anneau de fer il enroule deux bobines ; l'une reliée à une pile via un interrupteur, l'autre à un galvanomètre indiquant le passage éventuel d'un courant. Que l'interrupteur soit ouvert ou fermé, rien ne se passe sur le galvanomètre, rien d'autre qu'une petite déviation de son aiguille à la fermeture du circuit suivi d'une autre, en sens contraire, à l'ouverture. Faraday comprend que ce n'est pas le champ magnétique lui-même mais sa variation qui induit un courant dans la bobine voisine...

Faraday ouvre ainsi la voie à la deuxième révolution industrielle, celle de l'industrie électrique qui a besoin de générateurs dynamos, alternateurs, puis de moteurs électriques et transformateurs qui sont tous basés sur l'induction de Faraday.

D'après la recherche n°315, décembre 1998.

- 1- Préciser dans l'expérience de Faraday, le circuit induit et le circuit inducteur.
- 2- Indiquer les observations qui amènent Faraday à conclure que le courant induit n'est pas dû au champ magnétique lui-même mais à sa variation.
- 3- Donner, à partir du texte, deux applications du phénomène d'induction.

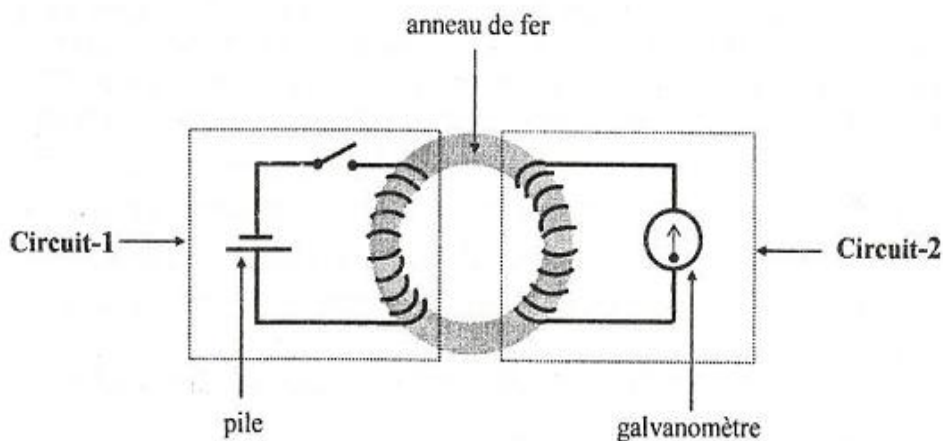


figure 8

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

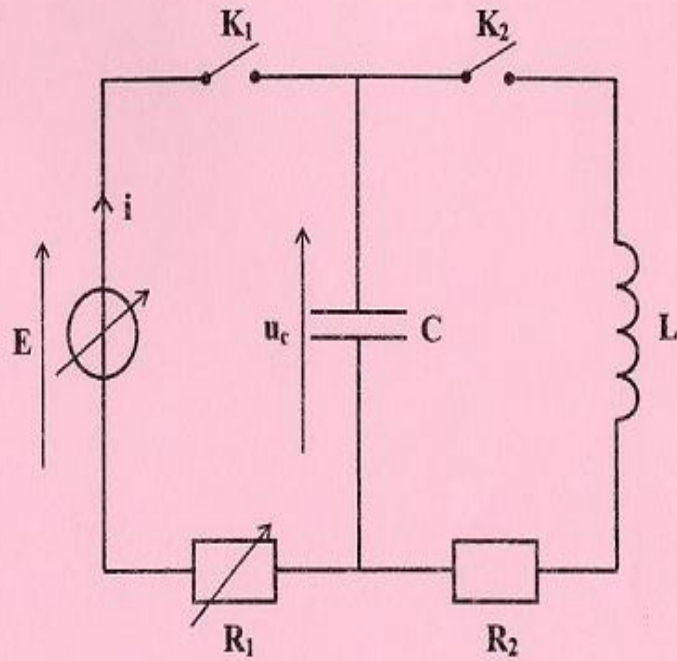


figure 2

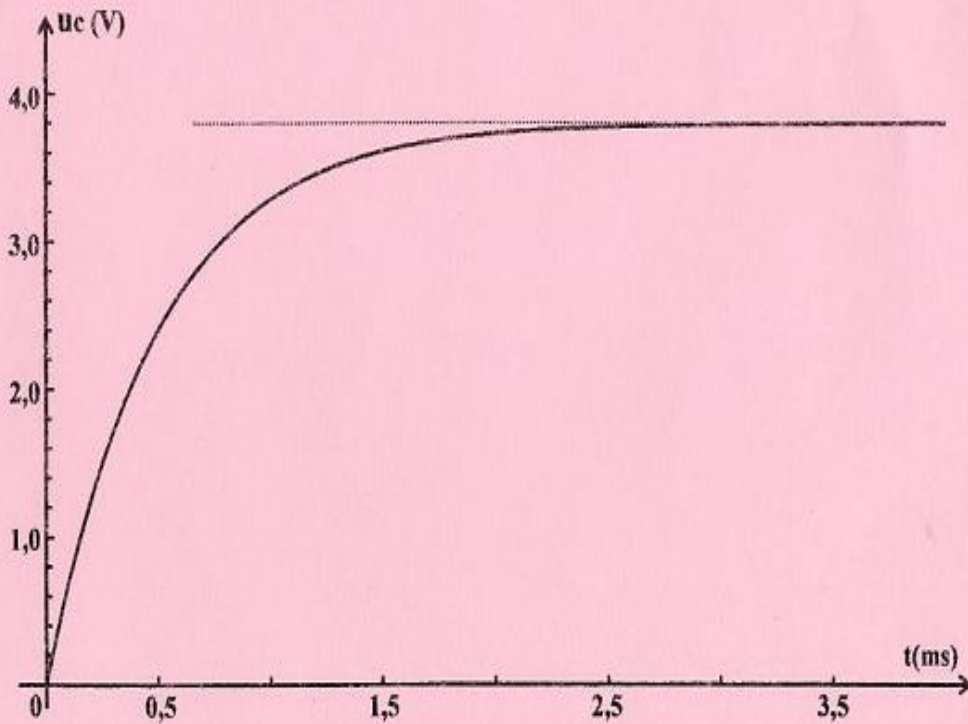


figure 3

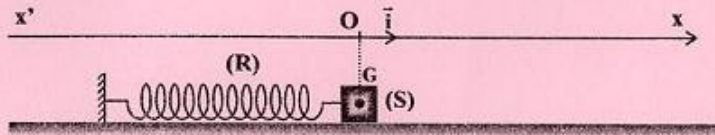


figure 5

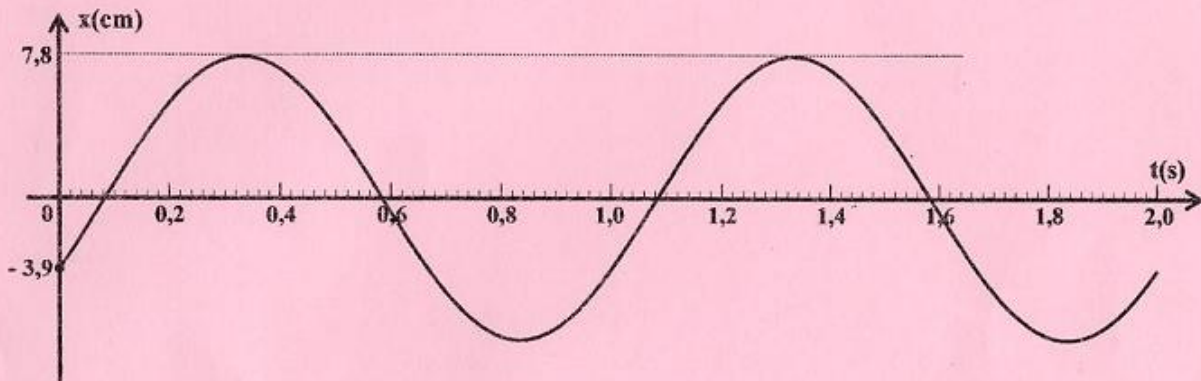


figure 6

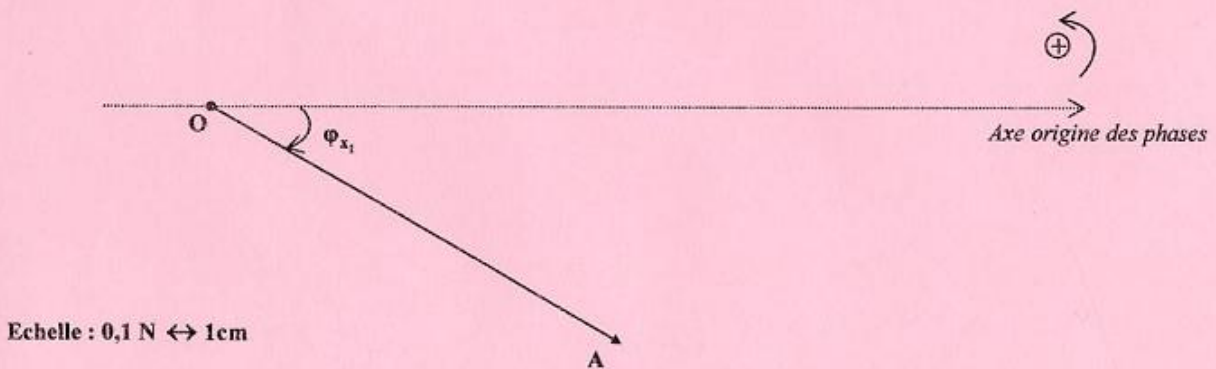
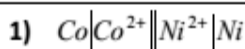


figure 7

Exercice 1

Chimie



2) a- $E_i < 0 \implies Co$ est le pôle positif de la pile (P).

b- $E^\circ = 0,03 \log K_1$; $E^\circ = 0,02 V$. $E^\circ = E_{(Ni^{2+}/Ni)}^\circ - E_{(Co^{2+}/Co)}^\circ > 0 \implies Co$ est plus réducteur que Ni.

c- $E_i = E^\circ = 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]_0}{[Ni^{2+}]_0} \implies \frac{[Co^{2+}]_0}{[Ni^{2+}]_0} = 10^{\frac{E^\circ - E_i}{0,03}}$; AN: $\frac{[Co^{2+}]_0}{[Ni^{2+}]_0} = 10$.

3) a- $E_i < 0 \implies$ la réaction se produit inversement.

b-b₁ $[Co^{2+}]_f = [Co^{2+}]_0 - y_f$ et $[Ni^{2+}]_f = [Ni^{2+}]_0 + y_f \implies [Co^{2+}]_0 + [Ni^{2+}]_0 = [Co^{2+}]_f + [Ni^{2+}]_f$ or $K_1 = \frac{[Co^{2+}]_f}{[Ni^{2+}]_f}$

$\implies [Co^{2+}]_0 + [Ni^{2+}]_0 = [Co^{2+}]_f \left\{ 1 + \frac{1}{K_1} \right\}$. AN: $[Co^{2+}]_0 + [Ni^{2+}]_0 = 1,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

b-b₂ $[Co^{2+}]_0 = 10 [Ni^{2+}]_0$ et $[Co^{2+}]_0 + [Ni^{2+}]_0 = 1,10 \text{ mol.L}^{-1} \implies [Co^{2+}]_0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ et $[Ni^{2+}]_0 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

Exercice 2

Chimie

1- a-

Etat	Avancement	$COCl_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$CO_{(g)}$	$+ Cl_{2(g)}$	
Initial	0	$n_0 = 0,8$		0	0	mol
Intermédiaire	x	$0,8 - x$		x	x	
Final	x_f	$n_f = 0,8 - x_{f1}$		x_{f1}	x_{f1}	

b- $n_f = 0,8 - x_{f1} = 0,68 \text{ mol} \implies x_{f1} = 0,12 \text{ mol}$.
 $n(COCl_2)_f = 0,68 \text{ mol}$; $n(CO)_f = n(Cl_2)_f = 0,12 \text{ mol}$.

c- $\tau_{f1} = \frac{X_{f1}}{X_{max}}$ AN: $\tau_{f1} = 0,15$

d- $\tau_{f1} < 1 \implies$ Transformation limitée.

2- $\tau_{f2} > \tau_{f1}$ ($x_{f2} = 0,136 x_{f1}$): la variation de pression a donc favorisé le sens (1), sens qui tend à augmenter le nombre de moles des constituants gazeux; ceci correspond, d'après la loi de modération, à une diminution de la pression. D'où $P_2 < P_1$.

Exercice 1

Physique

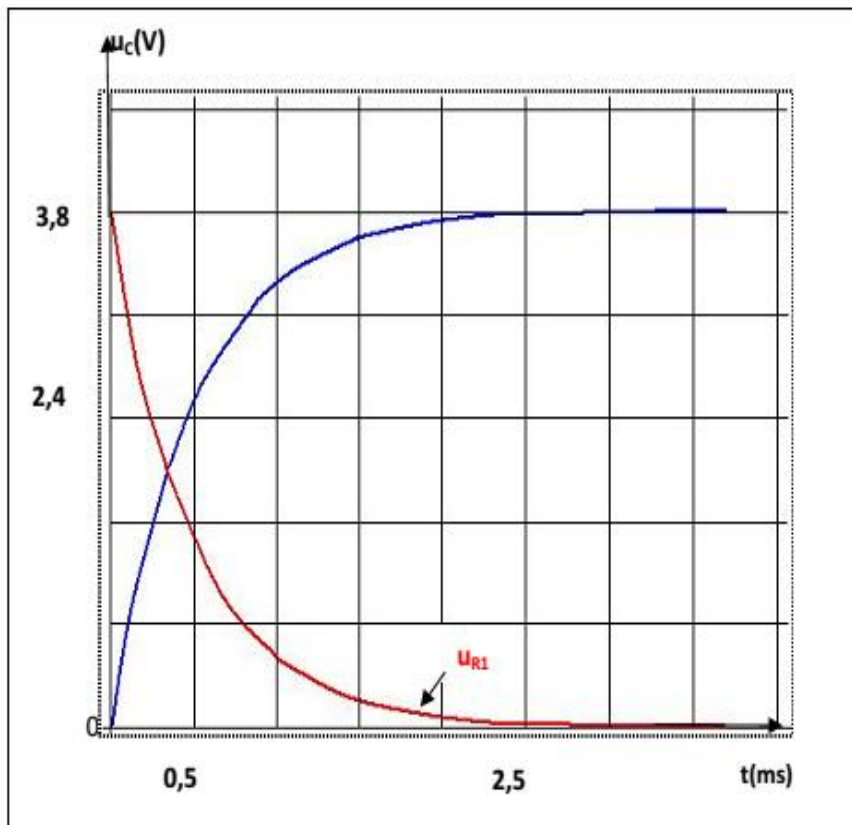
Première expérience

1) a-La tension u_c tend vers la valeur U_0

b-graphiquement $U_0 = 3,8V$

- 2) a- Constante de temps ; $\tau = R_1 C$.
 b- $u_c(t) = U_0(1 - e^{-t/\tau}) = 2,4 \text{ V}$
 c- $\tau = 0,5 \text{ ms}$; $C = \frac{\tau}{R_1}$ AN : $C = 2,27 \cdot 10^{-6} \text{ F}$.

- 3) a $i(t) = C \frac{du_c}{dt}$
 b- $u_{R1}(t) = R_1 C \frac{du_c}{dt} = U_0 e^{-t/\tau}$.
 c-



- 4) Pour charger plus rapidement le condensateur, il faut diminuer la valeur de τ ; donc il faut la valeur de R_1 .

Deuxième expérience

- 1) Les oscillations sont libres et amorties.
 2) a- $T = 47,3 / 5 = 9,46 \text{ ms}$.
 b- $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$; AN : $L = 1 \text{ H}$.

$$3) a- E_c = \frac{1}{2} C u_C^2 ; E_m = \frac{1}{2} L i^2$$

$$b- E_t = \frac{1}{2} C u_C^2 + \frac{1}{2} L i^2$$

$$\frac{dE_t}{dt} = C u_C \frac{du_C}{dt} + L i \frac{di}{dt} = i \cdot L C \frac{d^2 u_C}{dt^2} = i (u_C + L C \frac{d^2 u_C}{dt^2}) = -R_2 i^2.$$

c- $\frac{dE_t}{dt} < 0 \implies$ Et décroît au cours du temps. La diminution de l'amplitude des oscillations est due à une perte d'énergie par effet Joule.

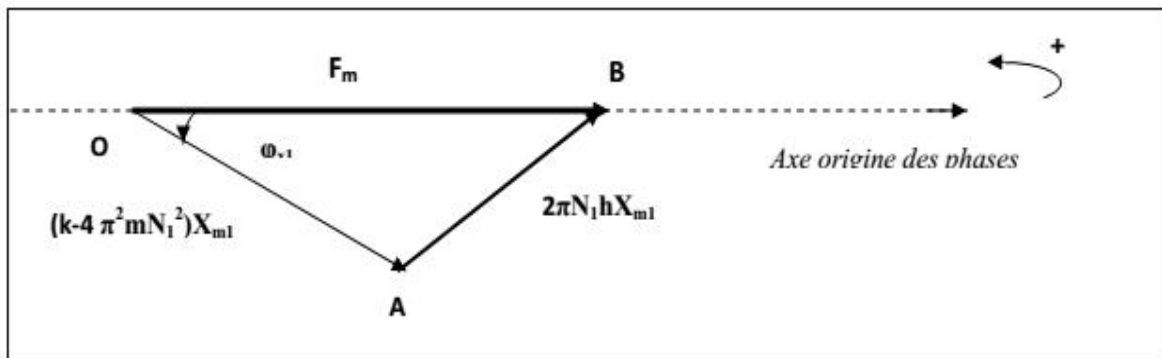
Exercice 2

Physique

$$1) a- N_1 = 1 \text{ Hz} ; X_{m1} = 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

à $t=0$, on a : $x = X_{m1} \sin \varphi_{x1} = -\frac{X_{m1}}{2}$ et $\frac{dx}{dt} > 0 \implies \sin \varphi_{x1} = -\frac{1}{2}$ et $\cos \varphi_{x1} > 0$. D'où $\varphi_{x1} = -\frac{\pi}{6}$ rad.

b-



$$c- F_m = 0,78 \text{ N}, \quad 2\pi N_1 h X_{m1} = 0,39 \text{ N}; \text{ soit } h = \frac{0,39}{2\pi N_1 X_{m1}} ; \underline{\text{AN}} : h = 0,796 \text{ kg.s}^{-1}.$$

$$(k - 4\pi^2 m N_1^2) X_{m1} = 0,68 \text{ N, soit } m = \frac{k - 0,68}{4\pi^2 N_1^2} ; \underline{\text{AN}} : m = 0,083 \text{ kg.}$$

$$2) a- Y(t) = 0 \iff m \frac{d^2 x}{dt^2} + kx = 0. \text{ D'où } -4\pi^2 m x N_1^2 + kx = 0 \iff N_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = N_0 ; \underline{\text{AN}} : N_2 = 1,95 \text{ Hz.}$$

$$b- \text{L'équation (I)} \iff h \frac{dx}{dt} = F(t) \iff 2\pi N_2 h X_{m2} = F_m \iff X_{m2} = \frac{F_m}{2\pi N_2 h} ; \underline{\text{AN}} : X_{m2} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

Exercice 3

Physique

1- Inducteur : circuit-1. Induit : circuit-2.

2- - Lorsque l'interrupteur est fermé, rien ne se passe.

-A l'ouverture et à la fermeture de l'interrupteur, on observe une petite déviation de l'aiguille du Galvanomètre.

3- Alternateur, transformateur.....