

Ce devoir traite les thèmes suivants : Equilibres chimiques ; Ondes mécaniques ; évolution de systèmes électriques.

CHIMIE

Exercice n°1 : (4 points) : On prépare à une température donnée, un système chimique de volume constant et comportant initialement des ions Fe^{3+} de concentration : $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$ et des ions thiocyanate SCN^- de concentration : $C_2 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$.

Le système ainsi préparé est le siège d'une réaction d'équation bilan : $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$. L'avancement volumique de la réaction à la température de l'expérience est $y_F = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$.

1) Reproduire et compléter le tableau d'avancement suivant :

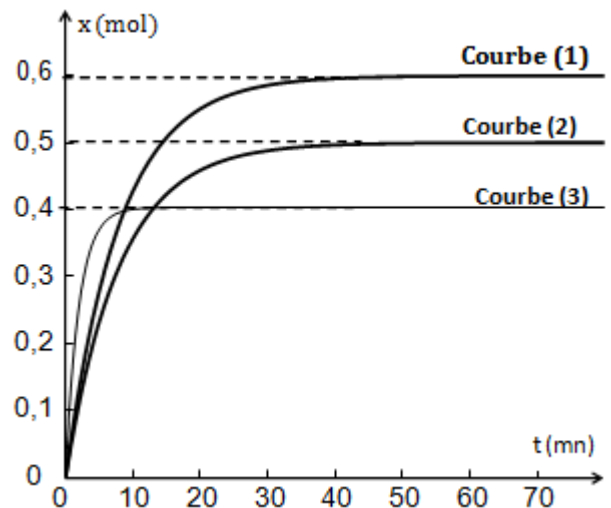
Equation de la réaction		$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$			Fonction des concentrations
Etat du système	Avancement y (mol. L ⁻¹)	$[\text{Fe}^{3+}]$ (mol. L ⁻¹)	$[\text{SCN}^-]$ (mol. L ⁻¹)	$[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}]$ (mol. L ⁻¹)	
Initial	0	C_1	C_2	0	π_0
Intermédiaire	y				$\pi(t)$
Equilibre (E_1)	y_F				K

- 2) Déterminer à l'état d'équilibre (E_1), les concentrations molaires $[\text{Fe}^{3+}]_F$, $[\text{SCN}^-]_F$ et $[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}]_F$ respectivement des constituants Fe^{3+} , SCN^- et $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ du système.
- 3) Donner le nom de la grandeur chimique notée par la lettre K. La calculer.
- 4) D'après la valeur de K, justifier le caractère limité de la réaction étudiée.
- 5) Le système est dans son état d'équilibre (E_1), on modifie à température et à volume constants, la concentration molaire des ions Fe^{3+} . le système quitte son état (E_1) et occupe un nouvel état d'équilibre (E_2) caractérisé par un avancement volumique final $y'_F = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$, compté à partir de son état (E_1).
 - a) Par application de la loi de modération, montrer que la modification apportée au système est une augmentation des ions fer III.
 - b) Calculer la concentration molaire C des ions fer III apporté au système à l'état (E_1).

Exercice n°2 : (3 points) : On étudie la réaction de synthèse du méthanol CH_3OH décrite par l'équation chimique : $\text{CO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$

Dans une enceinte fermée de volume V et à une température θ_1 et une pression P_1 , on prépare un système gazeux contenant initialement 1mole de monoxyde de carbone CO et 2 moles de dihydrogène H_2 . La courbe (1) de la figure ci-contre, donne l'évolution temporelle de l'avancement de la réaction.

- 1) Déterminer graphiquement, l'avancement final x_1 de la réaction à la température θ_1 . En déduire la composition du système à l'équilibre (E_1).
- 2) Le système est dans l'état d'équilibre (E_2), on réalise séparément les expériences suivantes :
 - ◆ Expérience (a) : à température constante, on modifie la pression du système et on trace la courbe (2) à une pression P_2 .
 - ◆ Expérience (b) : à la pression P_1 maintenue



- constante, on augmente la température et on trace la courbe (3) à une température θ_2 .
- En exploitant la courbe (2), Comparer la pression P_2 et la pression P_1
 - En exploitant la courbe (3), déterminer le caractère (exothermique ou endothermique de la réaction de synthèse de méthanol.

PHYSIQUE

Exercice n°1 : (5,75 points) : Une réglette reliée à un vibreur fait naître à la surface libre d'une eau contenue dans une cuve à onde de faible profondeur et de grande étendue, une onde sinusoïdale transversale de fréquence $N = 10$ Hz se propageant suivant une direction normale à la réglette. Le schéma de la figure.1, représente l'aspect d'une coupe transversale de la surface libre du milieu propageateur photographié à un instant t_0 compté à partir de l'instant de déclenchement du mouvement du vibreur qu'on prendra comme origine des temps. On admettra que tous les points du milieu propageateur vibrent avec la même amplitude $a = 5$ mm .

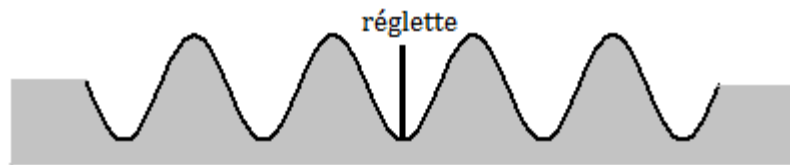


Figure.1

- Justifier que l'onde en question est transversale et rectiligne.
- Calculer la valeur de la période T des vibrations de la source d'onde (réglette).
- Rappeler la définition de la longueur d'onde λ .
- En se référant à la figure de l'aspect, exprimer la distance d_0 parcourue par l'onde à l'instant t_0 en fonction de λ . En déduire la valeur de l'instant t_0 auquel la surface de la nappe d'eau est photographié.
- A l'instant t_0 , le front d'onde est situé à 4,5 cm de la réglette.
 - Calculer la célérité V de propagation de l'onde à la surface de l'eau.
 - En déduire que la longueur d'onde λ vaut 2 cm.
- Soit S un point de la surface libre de la nappe d'eau, situé sur la ligne affleurée par la réglette lorsqu'elle est au repos et soient M et N deux points de cette surface situés respectivement à des distances $d_1 = 2$ cm et $d_2 = 3,5$ cm de la réglette et d'un même côté par rapport à la réglette.
 - Déterminer l'équation horaire de la source.
 - Déterminer l'équation horaire de chacun des points M et N .

Comparer les mouvements des points M et N .

Exercice n°2 : (4,25 points) : Le schéma de la figure.2 représente un circuit électrique constitué d'un générateur de tension de fem $E=10$ V et de résistance interne négligeable, d'un interrupteur, d'un résistor de résistance R et d'un condensateur de capacité $C = 4 \cdot 10^{-6}$ F d'armature A et B . L'interrupteur étant fermé depuis longtemps, déterminer :

- la tension U_{AB} présente aux bornes du condensateur.
- la charge Q du condensateur.
- l'énergie E_0 emmagasinée par le condensateur.
- A l'instant $t=0$ s, en ouvrant l'interrupteur, le condensateur se décharge alors dans le résistor.

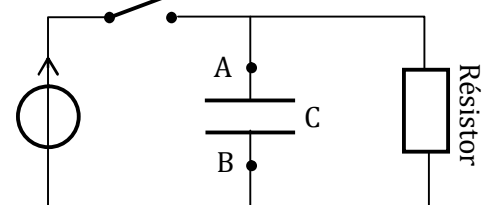


Figure.2



- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la charge $q(t)$ du condensateur.
 - Montrer que cette équation différentielle admet une solution de la forme $q(t) = K \cdot e^{-\lambda t}$ où K et λ sont deux constantes qu'on exprimera littéralement en fonction de R , C et Q .
(on prendra comme condition initiale $q(0) = Q$).
 - Déterminer l'expression de la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur. En déduire la valeur R_1 qu'il faut donner à la résistance R pour que $u_{AB} = 5 \text{ V}$ à $t = 1 \text{ min}$.
On donne : $\ln(e^a) = a$
- 5) Décrire le transfert d'énergie du condensateur lors de sa décharge dans le résistor.

Exercice n°3 : (3 points) :**Protection des circuits inductifs**

Lors de l'ouverture d'un interrupteur placé dans un circuit inductif (comportant une bobine), parcouru par un courant intense, un arc électrique s'établit entre les deux pôles qui sont écartés l'un de l'autre. Il en est de même avec des circuits parcourus par des courants peu intenses mais qui font l'objet de commutation rapides (électronique). Cet arc dit étincelle de rupture est la conséquence du phénomène d'auto-induction : l'annulation du courant dans un circuit se traduit par l'induction d'une fém. d'autant plus grande :

- ◆ que le courant interrompu est plus intense,
- ◆ que l'interruption est plus rapide.

Il peut en résulter une surtension importante entre les pôles des appareils de coupure. En général, il est indispensable de remédier à cet inconvénient afin d'éviter tout danger pour le manipulateur (risque d'électrocution) et pour le matériel. Cette protection peut être assurée par une diode.

Physique appliquée. NATHAN TECHNIQUE

Questions

- Dans quel type de circuit se produit l'étincelle de rupture ?
- Quel est le phénomène physique responsable de cette étincelle ? Proposer une explication de ce phénomène.
- Quels sont les facteurs qui ont une influence sur l'importance de la fém. d'auto-induction ?
- Citer un inconvénient de l'étincelle de rupture et les dangers qui en résultent.
- La protection contre l'étincelle de rupture peut être assurée par un dipôle. Le nommer et donner son symbole.

CHIMIE : Exercice n°1 : (4 points)

1)

Equation de la réaction		Fe^{3+}	+	SCN^-	\rightleftharpoons	$\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$
Etat du système	Avancement y (mol. L ⁻¹)	$[\text{Fe}^{3+}]$ (mol. L ⁻¹)		$[\text{SCN}^-]$ (mol. L ⁻¹)		$\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ (mol. L ⁻¹)
Initial	0	C_1		C_2		0
Intermédiaire	y	$C_1 - y$		$C_2 - y$		Y
Final	y_F	$C_1 - y_F$		$C_2 - y_F$		y_F

0,75

 2) $[\text{Fe}^{3+}]_F = C_1 - y_F = 4.10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$; $[\text{SCN}^-]_F = C_2 - y_F = 14.10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$ et $[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}]_F = y_F = 6.10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$.

0,75

 3) K est la constante d'équilibre associée à la réaction directe. $K = \pi_{(\text{éq})} = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}]_F}{[\text{Fe}^{3+}]_F \times [\text{SCN}^-]_F}$

0,75

AN : $K = \frac{6.10^{-3}}{4.10^{-3} \times 14.10^{-3}} \approx 107$

0,75

 4) $10^{-4} < K < 10^4 \Rightarrow$ la réaction est limitée.

5)

 a) $y'_F > y_F \Rightarrow$ l'équilibre s'est déplacé dans le sens direct \Rightarrow d'après la loi de modération, c'est le sens qui tend à s'opposer à l'augmentation de $[\text{Fe}^{3+}]_F$.

0,5

 b) $K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}]_F + y'_F}{([\text{Fe}^{3+}]_F + C - y'_F) \times ([\text{SCN}^-]_F - y'_F)} \Rightarrow 107 = \frac{6,2.10^{-3}}{(3,8.10^{-3} + C) \times (13,8.10^{-3})} \Rightarrow C = \dots \text{ mol. L}^{-1}$

0,50

CHIMIE : Exercice n°2 : (3,0 points)

 1) D'après la courbe (1), $x_1 = 0,6 \text{ mol}$.

0,25

La composition finale :

Equation	CO (g)	+	$2 \text{ H}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{CH}_3\text{OH (g)}$
Quantité de matière	$n(\text{CO})$		$n(\text{H}_2)$		$n(\text{CH}_3\text{OH})$
Equilibre (E_1)	$1 - x_1$		$2 - 2x_1$		x_1
	0,4 mol		0,8 mol		0,6 mol

0,75

2)

 a) Pour la courbe (2), l'avancement final $x_2 = 0,5 \text{ mol} < x_1 = 0,6 \text{ mol} \Rightarrow$ le système se déplace de l'équilibre E_1 vers l'équilibre E_2 dans le sens inverse : c'est le sens qui augmente le nombre de mol total des corps gazeux \Rightarrow d'après la loi de modération $P_2 < P_1$.

1,0

 b) Pour la courbe (3), l'avancement final $x_3 = 0,4 \text{ mol} < x_1 = 0,6 \text{ mol} \Rightarrow$ le système se déplace de l'équilibre E_1 vers l'équilibre E_2 dans le sens inverse (1).

1,0

D'après la loi de modération, une augmentation de la température déplace le système dans le sens endothermique (2)

 (1) et (2) \Rightarrow la réaction inverse est endothermique \Rightarrow la réaction de synthèse de méthanol est exothermique.

PHYSIQUE : Exercice n°1 (6 points)

1)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ La direction du mouvement d'un point de la surface de l'eau est perpendiculaire à la direction de propagation \Rightarrow l'onde est transversale. ◆ Encore la source d'onde est une réglette \Rightarrow l'onde est rectiligne. 	0,50
2)	$T = \frac{1}{N} = 0,1 \text{ s}$.	0,50
3)	la longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une période T.	0,50
4)	$d_0 = 2,25 \lambda \Rightarrow t_0 = 2,25 T = 0,225 \text{ s}$.	0,50
5)	<ul style="list-style-type: none"> a) $V = \frac{d_0}{t_0} = \frac{0,045}{0,225} = 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; b) La longueur d'onde $\lambda = VT = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$. 	0,50
6)	<ul style="list-style-type: none"> a) $y_S(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi)$; avec : $\begin{cases} a = 5 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ 2\pi N = 20\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \\ \varphi = \pi \text{ rad (front d'onde est descendant creux)} \end{cases}$ $y_S(t) = 5 \cdot 10^{-3} \sin(20\pi t + \pi)$; si $t \geq 0$. b) $y_M(t) = y_S(t - \theta) = a \sin(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \pi)$; si $t \geq \frac{x}{v}$ <ul style="list-style-type: none"> ◆ Pour M ($d_1 = 2 \text{ cm} = \lambda$) $\Rightarrow y_M(t) = a \sin(\omega t + \pi)$; si $t \geq T$ ◆ Pour N ($d_2 = 3,5 \text{ cm} = 1,75 \lambda$) $\Rightarrow y_N(t) = a \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$; si $t \geq 1,75 T$ ◆ $\varphi_M - \varphi_N = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$: M vibre en quadrature retard de phase sur N. 	0,75
PHYSIQUE : Exercice n°2 (4,25 points)		
1)	$U_{AB} = E = 10 \text{ V}$.	0,50
2)	$Q = C U_{AB} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Coulomb}$	0,50
3)	$E_0 = \frac{1}{2} C E^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$.	0,50
4)	<ul style="list-style-type: none"> a) L'application de la loi des mailles donne : $q(t) + RC \frac{dq}{dt} = 0$ b) $K \cdot e^{-\lambda t} + RC(-\lambda K)e^{-\lambda t} = 0 \Rightarrow K \cdot e^{-\lambda t}(1 - \lambda RC) = 0 \Rightarrow \lambda = \frac{1}{RC}$ $q(0) = Q = K \cdot e^0 = K \Rightarrow q(t) = Q \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$. c) <ul style="list-style-type: none"> ◆ $u_{AB}(t) = \frac{q}{C} = U_{AB} e^{-\frac{t}{RC}} = E \times e^{-\frac{t}{RC}}$. ◆ $\ln\left(\frac{u_{AB}}{E}\right) = \frac{t}{RC} \Rightarrow R = \frac{t}{C \ln\left(\frac{u_{AB}}{E}\right)} = \frac{60}{4 \cdot 10^{-6} \times \ln\left(\frac{5}{10}\right)} = \Omega$. 	0,75
5)	Transfert de l'énergie $E_C(t)$ en chaleur.	0,50
PHYSIQUE : Exercice n°3 (3 points)		
1)	Circuit inductif (comportant une bobine).	0,50
2)	Phénomène d'auto-induction qui apparaît lorsqu'il y a rupture du courant (variation de l'intensité du courant qui circule dans la bobine).	1,0
3)	La variation de l'intensité du courant et la rapidité avec laquelle cette variation a eu lieu.	0,75
4)	Production du phénomène de surtension entre les pôles des appareils de coupure.	0,75