

1) La force électromagnétique \vec{F} qui s'exerce sur MN La batterie d'accumulateurs de f.e.m $E = 6V$ fait circuler à travers le circuit AMNA' de résistance $R = 2\Omega$ un courant I tel que $I = E/R = 3A$. La barre MN est donc un élément de courant (de longueur $l = 20\text{ cm}$) plongé dans un champ magnétique, selon Laplace MN est soumis à la force électromagnétique \vec{F} telle que $\vec{F} = \vec{B} \wedge \vec{l} \times l$ d'intensité :

$F = B \times I \times l \times (\vec{B}, \vec{l})$. Le champ magnétique étant vertical et la barre horizontale on a l'angle $(\vec{B}, \vec{l}) = \frac{\pi}{2} \Rightarrow F = BIl$. Application numérique : $B = 0,5T$, $I = 3A$, $l = 2 \cdot 10^{-1}\text{m}$ et $F = 0,3\text{N}$.

2

Le travail W pour un déplacement $x = 1\text{cm}$

Le travail de la force électromagnétique est $W = I \times \Delta\phi$ avec $\Delta\phi$ la variation de flux lors du déplacement x : $\Delta\phi = \Delta \vec{S} \times \vec{B} \Rightarrow \Delta\phi = \Delta S \times B \times \cos(\vec{B}, \vec{n})$ avec \vec{n} vecteur normal à la surface S et ΔS la surface du circuit : $\Delta S = l \times x$. Les vecteurs \vec{B} et \vec{n} ont même direction (la verticale) $\Rightarrow (\vec{B}, \vec{n}) = 0$ et $\mathbf{W} = B \times \Delta S = BIx$.

Application numérique : $B = 0,5T$, $I = 3A$, $l = 2 \cdot 10^{-1}\text{m}$, $x = 10^{-2}\text{m}$ et $\mathbf{W} = 3 \cdot 10^{-3}\text{J}$.

2) Calculer l'intensité i du courant induit

On a le conducteur MN en déplacement dans le champ magnétique \vec{B} il se produit le phénomène d'induction électromagnétique et le circuit AMNA' devient un dipôle générateur de résistance interne R , de f.e.m. induite $e = -\frac{d\phi}{dt}$. L'intensité du courant induit dans le circuit est :

$$i = \frac{|e|}{R} = \frac{1}{R} \times \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow \text{la connaissance de l'expression de } \phi \text{ en fonction du temps.}$$

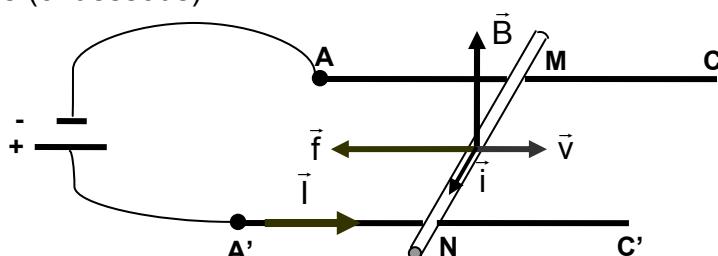
On a $\phi = BS$ avec la surface $S = lx$, x étant le déplacement à l'instant t de la barre MN. Le mouvement de la barre étant rectiligne uniforme de vitesse constante v on a $x = vt \Rightarrow \phi = B/vt$ et $|e| = B/v$.

$$\text{L'expression du courant induit est alors } i = \frac{B \times l \times v}{R}.$$

Application numérique : $B = 0,5T$, $l = 2 \cdot 10^{-1}\text{m}$, $v = 5\text{ ms}^{-1}$, $R = 2\Omega$ on trouve $i = 0,25\text{A}$.

3) Quelles seraient les valeurs de l'intensité

Le sens du vecteur intensité \vec{i} du courant débité par le générateur dans le circuit AMNA' choisi est indiqué sur la figure (ci-dessous) :



Le déplacement de la barre MN dans le champ magnétique \vec{B} est à la base d'un courant induit d'intensité i dont le sens obéit à la loi de Lenz, c'est-à-dire que de part ses effets magnétiques le courant induit à tendance à s'opposer à sa cause. La cause du courant induit i étant le déplacement de la barre MN, l'effet magnétique est le vecteur force de Laplace $\vec{f} = \vec{B} \wedge \vec{i} \times l$ opposé à \vec{v} . Le trièdre $(\vec{f}, \vec{B}, \vec{i})$ étant direct :

- les courants I et i sont opposés lorsque la barre se déplace de A vers C : l'intensité finale I_C dans le circuit est alors $I_C = I - i$ (figure ci-dessus).
 - les courants I et i sont de même sens lorsque la barre se déplace en sens inverse de A vers C : l'intensité finale I_C dans le circuit est alors $I_C = I + i$.
- Application numérique : $I = 3A$, $i = 0,25A$ on a $I_C = 2,75A$ si MN se déplace de A vers C et $I_C = 3,25A$ dans le cas contraire.

4) a) L'intensité i_0 .

Le circuit AMNA' est un circuit générateur de courant d'intensité i_0 telle que $i_0 = |e|/R$ avec e la f.e.m. induite et R la résistance du circuit.

On sait que la f.e.m est la variation par rapport au temps du flux ϕ reçu par le circuit (ou traversant le circuit) : $|e| = \frac{d\phi}{dt}$.

L'expression du flux ϕ est $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} \Leftrightarrow \phi = BS\cos(\vec{B}, \vec{n})$, \vec{n} le vecteur normal à la surface du circuit. Les plans du circuit et du plan incliné étant les mêmes, les vecteurs normal \vec{n} et réaction \vec{Q} du plan incliné ont même direction.

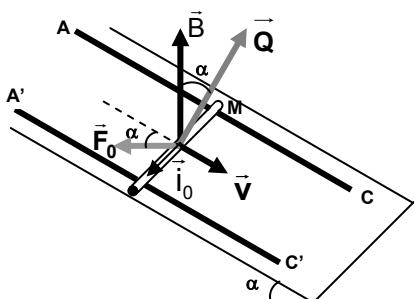
Le vecteur champ magnétique \vec{B} étant vertical l'angle $(\vec{B}, \vec{n}) = \alpha$ comme angles à cotés respectivement perpendiculaires.

La surface S du circuit, rectangle de largeur l et de longueur $L = vt$, est $S = lvt$. L'expression de ϕ est alors : $\phi = Blvt\cos\alpha$ et la valeur absolue de la f.e.m. $|e| = Blv\cos\alpha$.

L'expression de l'intensité i_0 est : $i_0 = \frac{Blv}{R} \cos\alpha$.

Application numérique : $B = 0,5T$, $l = 2 \cdot 10^{-1}m$, $v = 5 \text{ ms}^{-1}$, $\alpha = 30^\circ$, $R = 2\Omega$ on trouve $i_0 = 0,216 \text{ A}$.

Schéma donnant le sens de i_0



b) Caractéristiques de la force électromagnétique \vec{F}

La force électromagnétique $\vec{F}_0 = \vec{B} \wedge \vec{i}_0 l$ dont le point d'application est le milieu O de l'élément de courant MN est perpendiculaire au plan formé par le vecteur champ magnétique \vec{B} et l'élément de courant $\vec{i}_0 = \overrightarrow{MN}$ ou \vec{i}_0 le trièdre $(\vec{F}_0, \vec{B}, \vec{i}_0)$ est direct). Le vecteur est de direction verticale, de sens ascendant, la force électromagnétique \vec{F}_0 est de direction horizontale

c'est-à-dire que la direction de \vec{F}_0 est inclinée de l'angle α par rapport aux rails ; son sens est lié à celui de \vec{B} et $\vec{i}_0 = \overrightarrow{MN}$ par la règle du bonhomme d'Ampère : ce dernier est couché sur la barre MN, il regarde le champ \vec{B} fuir devant lui, son bras gauche (tendu) indique les directions et sens de \vec{F}_0 le courant lui entrant par les pieds et lui sortant par la tête. Le sens de \vec{F}_0 est tel que par son action elle tend à s'opposer à la descente de la barre. Son module est $F_0 = B \times i_0 \times l \times \sin(\vec{B}, \vec{i}_0)$.

Comme $(\vec{B}, \vec{i}_0) = (\vec{B}, \overrightarrow{MN}) = \frac{\pi}{2}$ alors $F_0 = B \times i_0 \times l$.

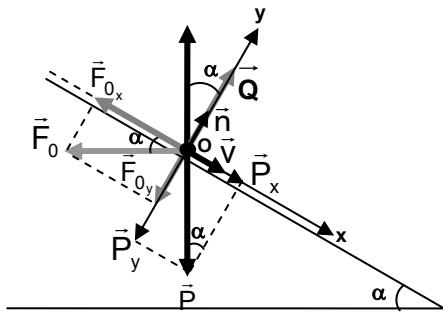
Application numérique : $B = 0,5T$, $l = 2 \cdot 10^{-1}m$, $i_0 = 0,216 \text{ A}$ on a $F_0 = 2,16 \cdot 10^{-2} \text{ N}$.

c) Le vecteur accélération $\vec{\gamma}$ est de sens opposé au vecteur vitesse \vec{v}

Le vecteur accélération $\vec{\gamma}$ est tel que $\vec{\gamma} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$ où m est la masse de la barre MN et $\sum \vec{F}$ la résultante des forces extérieures appliquées à la barre MN. On en déduit, m étant positif, que les vecteurs $\vec{\gamma}$ et $\sum \vec{F}$ ont même sens.

Les forces appliquées sur MN sont :

- le poids \vec{P} de la barre MN : force de direction verticale dirigée vers la terre
- la réaction \vec{Q} du plan incliné : force de direction perpendiculaire au plan incliné de sens vers le haut (ou sortant du plan incliné)
- la force de Laplace $\vec{F}_0 = \vec{B} \wedge \vec{i} \cdot \vec{l}$ perpendiculaire au plan (\vec{B}, \vec{i}) : sa direction est alors horizontale et son sens est celui qui a tendance à s'opposer au mouvement de descente de la barre selon la loi de Lenz.



La résultante des forces appliquées sur la barre MN est telle que, selon la relation fondamentale de la dynamique :

$$\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{Q} + \vec{F}_0 = m\vec{\gamma},$$

$\vec{\gamma}$ étant l'accélération prise par la barre.

Dans le repère $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy})$, d'origine O le centre de gravité de MN, d'axes \overrightarrow{Ox} parallèle à la plus grande pente du plan incliné et \overrightarrow{Oy} perpendiculaire à cette direction on a :

$$\left. \begin{aligned} \text{Proj } \vec{P} / \overrightarrow{Oy} &= -P_y = -mg \cos \alpha \\ \text{selon l'axe } \overrightarrow{Oy} : \text{ Proj } \vec{F}_0 / \overrightarrow{Oy} &= -F_{0y} = -F_0 \sin \alpha \\ \text{Proj } \vec{Q} / \overrightarrow{Oy} &= Q \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\text{Proj } \sum \vec{F} / \overrightarrow{Oy} = \sum F_y = -mg \cos \alpha - F_0 \sin \alpha + Q = m\gamma_y \Rightarrow$$

$$\gamma_y = \frac{Q - (mg \cos \alpha + F_0 \sin \alpha)}{m}. \text{ Puisque la barre ne se déplace pas selon l'axe } \overrightarrow{Oy} \text{ on a } \gamma_y = 0.$$

(On aurait pu simplement dire que $\vec{Q} = -(\vec{P}_x + \vec{F}_{0y})$ d'après le principe de l'action et de la réaction $\Rightarrow \gamma_y = 0$).

$$\left. \begin{aligned} \text{Proj } \vec{P} / \overrightarrow{Ox} &= P_x = mg \sin \alpha \\ \text{selon l'axe } \overrightarrow{Ox} : \text{ Proj } \vec{F}_0 / \overrightarrow{Ox} &= -F_0 \cos \alpha \\ \text{Proj } \vec{Q} / \overrightarrow{Ox} &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\text{Proj } \sum \vec{F} / \overrightarrow{Ox} = \sum F_x = mg \sin \alpha - F_0 \cos \alpha = m\gamma_x \Rightarrow \gamma_x = \frac{mg \sin \alpha - F_0 \cos \alpha}{m}.$$

Comme l'accélération $\vec{\gamma}$ est telle que :

$$\gamma = \sqrt{\gamma_x^2 + \gamma_y^2} = \gamma_x \text{ on trouve } \gamma = \frac{m g \sin \alpha - F_0 \cos \alpha}{m}.$$

Application numérique : $m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$, $F_0 = 2,16 \cdot 10^{-2} \text{ N}$, $\alpha = 30^\circ$.

$$\text{On a } \gamma = \frac{2 \cdot 10^{-3} \times 10 \times \frac{1}{2} - 2,16 \cdot 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{2 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \gamma = -4,35 \text{ m.s}^{-2}; \text{ par conséquent le mouvement de la barre est décéléré et les vecteurs vitesse et accélération sont de sens opposé.}$$

Sens de variation de l'intensité

Le mouvement de la barre étant décéléré, sa vitesse décroît au fur et à mesure que le temps s'écoule. L'intensité du courant induit diminue ; elle s'annule pour $v = 0$.

CORRIGÉ : SESSION DE JUILLET 1995 - Série : SE, MTGC, MTI

A - Questions de cours

I - Physique

Quand dit-on qu'un système est en régime oscillatoire forcé ?

Un système appelé oscillateur est en régime oscillatoire forcé s'il oscille avec une période qui n'est pas sa période propre.

Définir l'état de la résonance

Il y a résonance lorsque le résonateur oscille avec sa plus grande amplitude possible.

Définir la bande passante

On appelle bande passante pour un système résonateur en régime oscillatoire forcé l'ensemble des pulsations (ou des fréquences ou des périodes) pour lesquelles l'amplitude (ou la réponse) du résonateur est égale ou supérieure à l'amplitude maximale divisée par racine de deux.

Dire les résonateurs amortis, les résonateurs sélectifs

Oscillateurs amortis	Oscillateurs sélectifs
Tympan	Récepteur radio
L'écouteur téléphonique	Récepteur de télévision
La salle de concert	Le fréquencemètre
Le haut parleur	Le cadre d'un ampèremètre en circuit fermé

II - Chimie

Définir la catalyse

On appelle catalyse le phénomène consistant en ce que la présence dans un système chimique, d'une substance quelconque provoque, accélère ou décélère une réaction chimique ; l'état et la qualité de cette substance restant inchangés à la fin de la réaction chimique. La substance provoquant, accélérant ou inhibant (décélérant) une réaction chimique quelconque et retrouvé, à l'issue de la réaction, pratiquement inaltéré est appelé un catalyseur.

Catalyse homogène

Lorsque le catalyseur et le mélange réactionnel constituent une seule phase (liquide ou gazeuse), la catalyse est dite homogène.

Exemple : La réaction d'estérification entre l'acide acétique et l'alcool éthylique est catalysée par les ions hydronium H_3O^+ apportés par une solution d'acide : le mélange (réactifs, catalyseur) formant un liquide homogène.

Catalyse hétérogène

Lorsque le catalyseur et le mélange réactionnel ne constituent pas une seule phase, la catalyse est dite hétérogène.

Exemple : La réaction de synthèse de l'eau utilise la mousse de platine (solide) : le dioxygène et le dihydrogène étant des gaz.

Caractères distinctifs à ces deux types de catalyse

Dans la catalyse homogène le catalyseur forme des intermédiaires à partir desquels il se régénère complètement par la suite

Dans tous les processus de catalyse hétérogène la réaction se déroule sur la surface même du catalyseur. Les dimensions et les propriétés de surface (non homogénéité de la surface, propriétés d'absorption des réactifs et de désorption des molécules des produits de la réaction), la composition chimique de la couche superficielle, sa structure

et son état (existence de centres actifs) ont une influence fondamentale sur l'activité du catalyseur hétérogène.

B - Exercices

I - Physique

1) La capacité calorifique μ du vase calorimétrique et de ses accessoires

Les systèmes considérés sont :

Système ① constitué de la masse $m_1 = 200$ g d'eau, le vase calorimétrique et de ses accessoires (de capacité calorifique μ).

Le système ① est à la température de $t_1 = 12^\circ\text{C}$.

Système ② constitué de la masse $m_2 = 200$ g d'eau de chaleur massique $c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ à la température $t_2 = 27,9^\circ\text{C}$

En s'échauffant de la température t_1 à la température t_f le système ① reçoit la quantité de chaleur $Q_1 = (\mu + m_1 c)(t_f - t_1)$

En se refroidissant de la température t_2 à la température t_f le système ② fournit la quantité de chaleur $Q_2 = m_2 c(t_2 - t_f)$.

A la température d'équilibre, le système dans lequel a lieu les échanges étant considéré comme parfait (il n'y a pas de déperdition de chaleur) les quantités de chaleur reçue et cédée sont égales :

$$Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow (\mu + m_1 c)(t_f - t_1) = m_2 c(t_2 - t_f)$$

$$\text{On déduit de cette égalité que } \mu = \frac{m_2 c(t_2 - t_f)}{t_f - t_1} - m_1 c$$

Application numérique : $t_f = 19,5^\circ\text{C}$, $t_1 = 12^\circ\text{C}$, $m_1 = m_2 = m = 2 \cdot 10^{-1} \text{ kg}$, $c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$:

$$\mu = \frac{mc(t_2 - 2t_f + t_1)}{t_f - t_1} = \frac{2 \cdot 10^{-1}(27,9 + 12 - 2 \cdot 19,5)}{19,5 - 12} \Leftrightarrow \mu \approx 100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

2) La chaleur latente de la glace

Les nouveaux systèmes sont maintenant :

Système ① constitué du vase calorimétrique, de ses accessoires et des masses m_1 et m_2 g d'eau à la température de t_f .

Système ② constitué du morceau de glace de masse $m = 50$ g, de chaleur massique $c' = 2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

En se refroidissant de la température t_f à la nouvelle température d'équilibre $t' = 7,4$ le système ① absorbe la quantité de chaleur $Q' = [\mu + (m_1 + m_2)](t_f - t')$.

Le système ② constitué de la glace s'échauffe de la température $t = -30^\circ\text{C}$ à 0°C , puis fond à 0°C et enfin l'eau de fusion s'échauffe de 0°C à la température $t' = 7,4^\circ\text{C}$. La quantité de chaleur reçue par le système ② est $Q'' = mc'(0 - t) + mL + mc(t' - 0)$: L étant la chaleur de fusion de la glace à calculer. On a $L = \frac{Q'' + mc't - mct'}{m}$.

$$\text{A l'équilibre } Q'' = Q' \Rightarrow L = \frac{[\mu + (m_1 + m_2)](t_f - t') + mc't - mct'}{m}$$

Application numérique : $\mu = 100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, $c' = 2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $m' = 50 \text{ kg}$, $m = 2 \cdot 10^{-1} \text{ kg}$, $c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $t = -30^\circ\text{C}$, $t' = 7,4^\circ\text{C}$, $t_f = 19,5^\circ\text{C}$:

$$L = \frac{(100 + 2 \cdot 10^{-1} \cdot 4180)(19,5 - 7,4) - (50 \cdot 10^{-3} \cdot 2100 \cdot 30) - (50 \cdot 10^{-3} \cdot 4180 \cdot 7,4)}{50 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow L = 334,892 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow L \approx 3,35 \times 10^{-5} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

II - Chimie

1) La valeur de la constante pK_a du couple NH_4^+ / NH_3 .

Le pK_a d'un couple acide/base est $pK_a = -\log k_a$, k_a étant la constante d'acidité du couple en question. La détermination de la valeur de pK_a implique le calcul de la constante k_a .

Pour un couple acide/base la constante d'acidité est $k_a = \frac{[H_3O^+] \times [Base]}{[Acide]}$; c'est-à-dire pour le couple NH_4^+ / NH_3 :

$$k_a = \frac{[H_3O^+] \times [NH_3]}{[NH_4^+]} \Rightarrow \text{calcul de } [H_3O^+] = ? \quad [NH_3] = ? \text{ et } [NH_4^+] = ?$$

La réaction de dissolution de l'ammoniac s'écrit : $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$. La base ammoniac étant une base faible, son acide conjugué qui est l'ion ammonium est fort et réagit avec l'eau selon la réaction dont l'équation bilan est : $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$. Les espèces présentes dans la solution sont : les cations NH_4^+ et H_3O^+ , les molécules NH_3 non dissociées, les anions hydroxyle OH^- .

Par hypothèse le pH de la solution est :

$pH = 10,9 = -\log [H_3O^+] \Leftrightarrow [H_3O^+] = 10^{-10,9} = 1,3 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$ à partir du tableau de valeurs de l'énoncé (les ions protonium sont minoritaires ce qui est normal dans une solution basique).

La solution est électriquement neutre : $[NH_4^+] + [H_3O^+] = [OH^-]$.

On en déduit que $[NH_4^+] = [OH^-] - [H_3O^+] \Rightarrow [OH^-] = ?$

On sait que l'équilibre ionique de l'eau est donné par la relation $[H_3O^+] \times [OH^-] = k_e$.

Comme $k_e = 10^{-14}$ on a alors $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{1,3 \cdot 10^{-11}} = 7,69 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.

On en déduit $[NH_4^+] = [OH^-] - [H_3O^+] = 7,69 \times 10^{-4} - 1,3 \cdot 10^{-11} \approx 7,69 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.

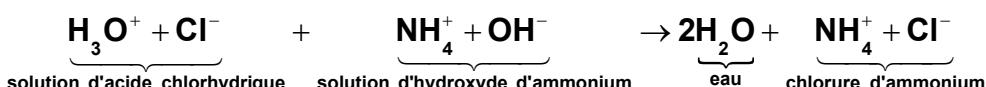
La conservation des masses s'écrit : $[NH_4^+] + [NH_3] = c = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.

On en déduit $[NH_3] = c - [NH_4^+] \Rightarrow [NH_3] = 4 \cdot 10^{-2} - 7,69 \times 10^{-4} = 3,92 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.

$$k_a = \frac{[H_3O^+] \times [NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{1,3 \cdot 10^{-11} \times 3,92 \cdot 10^{-2}}{7,69 \times 10^{-4}} \Leftrightarrow k_a = 0,66 \times 10^{-9} \text{ mol/L et } pK_a = -\log 0,66 \times 10^{-9} \Leftrightarrow$$

$pK_a = 9,18$ ou encore $pK_a \approx 9,2$.

2) a) L'équation bilan de la réaction



b) La valeur de x pour obtenir une solution de pH égal à 9,2

Soit $y = 20 \text{ cm}^3$ le volume de solution d'hydroxyde d'ammonium, le pH de la solution est : $pH = pK_a + \log \frac{[Base]}{[Acide]}$ et comme $pH = pK_a = 9,2$ alors $[Base] = [Acide]$ on est au point d'équivalence

$$\text{et } c \times y = c' \times x \Leftrightarrow x = \frac{c \times y}{c'}.$$

Application numérique : $c = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$, $c' = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ et $y = 20 \text{ cm}^3$ on trouve : $x = 26,7 \text{ cm}^3$.

C - Problème

1) La valeur U_m de $u(t)$

Puisque 1 cm sur l'écran représente 60V et que U_m fait 2cm alors $U_m = 120 \text{ V}$.

2) Le décalage horaire θ , le déphasage ϕ entre $u(t)$ et l'intensité $i(t)$ dans le circuit, l'expression de $i(t)$

- *Le décalage horaire θ*

Le décalage horaire θ correspond au sixième de la période T du courant.

Sachant que la pulsation ω du courant est $\omega = 2\pi/T = 100\pi$ rad/s on a $T = 2.10^{-2}$ s et $\theta = \frac{T}{6} = \frac{1}{3} \times 10^{-2}$ s.

- *Le déphasage ϕ entre $u(t)$ et l'intensité $i(t)$*

Le décalage horaire ϕ est tel que $\theta = \frac{\phi}{\omega} \Leftrightarrow \phi = \theta \times \omega$.

Application numérique : $\theta = \frac{1}{3} \times 10^{-2}$ s, $\omega = 100\pi$ rad/s on trouve $\phi = \frac{\pi}{3}$ rad.

- *Expression de $i(t)$*

La convention d'écriture des expressions instantanées des intensité et tension aux bornes d'un circuit sont :

$u(t) = U_m \sin(\omega t + \phi)$ alors $i(t) = I_m \sin \omega t$ ou $u(t) = U_m \sin \omega t$ alors :

$i(t) = I_m \sin(\omega t - \phi)$ avec I_m intensité maximale du courant.

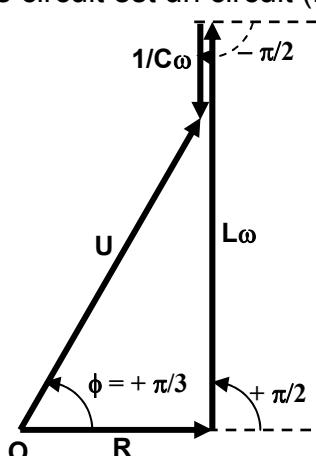
On sait d'une part, qu'un oscilloscope cathodique mesure uniquement les tensions aux bornes d'un circuit et d'autre part que dans un circuit quelconque le courant $i(t)$ dans le circuit et la tension $u_R(t)$ aux bornes de la résistance pure sont en phase, la courbe représentant la fonction

$u_R(t)$ est celle de l'intensité $i(t)$, l'oscilloscope effectuant l'opération $i(t) = \frac{u_R(t)}{R} = \frac{RI_m}{R} \sin \omega t$.

D'après le graphe la courbe $u_R(t)$ est en retard de phase sur $u(t)$ alors l'expression de $i(t)$ est : $i(t) = I_m \sin \omega t$ et $i(t) = I_m \sin 100\pi t$.

3) La construction de Fresnel relative à ce dipôle

Le circuit est un circuit (R , L , C) série. La tension $u(t)$ aux bornes de ce circuit est telle que :

 $u(t) = u_R(t) + u_L(t) + u_C(t)$; $u_R(t)$, $u_L(t)$ et $u_C(t)$ étant les tensions respectives aux bornes de la résistance R , de l'inductance L et de la capacité C .

Les vecteurs de Fresnel associés à ces fonctions sont en les caractérisant par leur module et leur déphasage par rapport à un axe horizontal orienté \overrightarrow{Ox} :

$$\vec{U}_R \left| \begin{array}{l} R \\ \phi_R = 0 \end{array} \right. ; \vec{U}_L \left| \begin{array}{l} L\omega \\ \phi_L = +\frac{\pi}{2} \end{array} \right. \text{ et } \vec{U}_C \left| \begin{array}{l} \frac{1}{C\omega} \\ \phi_C = -\frac{\pi}{2} \end{array} \right. .$$

Comme $u(t)$ est en avance de $\pi/3$ sur $i(t)$ le vecteur correspondant $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C \left| \begin{array}{l} U \\ \phi = \frac{\pi}{3} \end{array} \right. .$ est donné par la figure ci-

contre. $\phi = \pi/3$ indique que l'effet d'inductance l'emporte sur l'effet de capacitance : $L\omega > 1/C\omega$.

4) La tension efficace U aux bornes du dipôle, l'impédance Z du circuit et l'intensité efficace I du courant

La tension efficace U

On sait que $U_m = U\sqrt{2} \Rightarrow U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$. Application numérique : $U_m = 120V$ on a $U = 84,85 V$.

L'impédance Z

Le facteur de puissance du circuit est $\cos\phi = \frac{R}{Z} \Leftrightarrow Z = \frac{R}{\cos\phi}$.

Application numérique : $R = 200\Omega$, $\phi = \frac{\pi}{3} \Leftrightarrow \cos\phi = \frac{1}{2}$ on a $Z = 400\Omega$

L'intensité efficace /

L'intensité efficace I du courant dans le circuit (R , L , C) série dont Z est l'impédance est telle que $I = \frac{U}{Z}$.

Application numérique $U = 84,85V$ et $Z = 400\Omega$ et $I = 0,21A$.

5) a) La valeur C_0 de la capacité du condensateur

Le courant $i(t)$ est en phase avec la tension $u(t)$, le circuit est à la résonance. L'état de résonance est aussi caractérisé par la relation $L_0\omega = \frac{1}{C_0\omega}$ dans laquelle on déduit $C_0 = \frac{1}{L_0\omega^2}$.

Application numérique : $L_0 = 1H$, $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$, $\pi^2 \approx 10$ on a $C_0 = 10^{-5}\text{F}$.

b) L'allure de la courbe $I = f(L)$ de l'intensité efficace lorsque L varie

On sait que $I = \frac{U}{Z}$. L'impédance Z du circuit (R , L , C) série a aussi pour expression :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

En portant dans l'expression de I celle de Z il vient l'équation de la courbe :

$$I = f(L) = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$$

L'allure de la courbe est obtenue à partir du tableau de variation de la fonction $I = f(L)$. On a $L \in [0, +\infty[$.

Pour $L = 0$ on a $I = I_0 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}}$ et pour $L \rightarrow +\infty$, $I \rightarrow 0$.

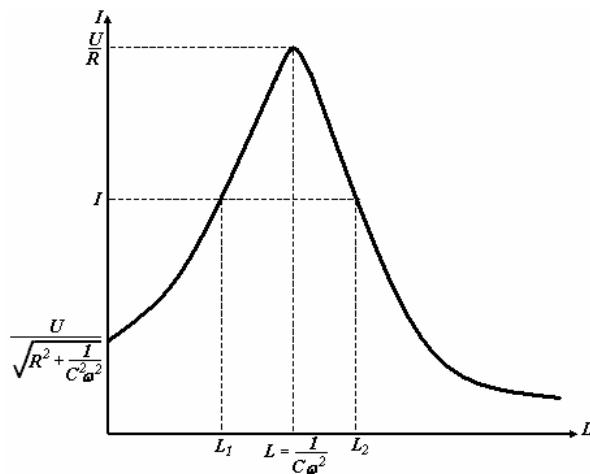
La dérivée $\frac{dI}{dL}$ est telle que $\frac{dI}{dL} = -\frac{U\omega(L\omega - \frac{1}{C\omega})}{\left[R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2\right]\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$.

La dérivée est nulle pour $L = \frac{1}{C\omega^2}$.

Le tableau de variation est :

L	0	$1/C\omega^2$	$+\infty$
dI/dL	+	0	-
U/R			
I	$\frac{U}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}}$	\nearrow	$\searrow 0$

La courbe $I = f(t)$ a l'allure suivante :



c) L'intensité efficace du courant peut avoir pour une même valeur de I deux valeurs distinctes L_1 et L_2 de l'inductance de la bobine

En effet pour toute valeur de I telle que :

$$\frac{U}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}} \leq I < \frac{U}{R}, \text{ la droite } I = \text{constante rencontre la courbe de résonance } I = f(L) \text{ en deux points dont les abscisses sont } L_1 \text{ et } L_2.$$

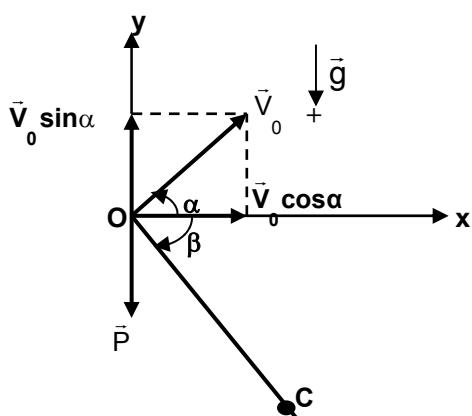
deux points dont les abscisses sont L_1 et L_2 .

II - Soit m la masse du skieur. La seule force à laquelle le skieur est soumis lorsqu'il a quitté le plan incliné est son poids $\vec{P} = m\vec{g}$. La nature de la trajectoire de la masse m est obtenue en

éliminant la variable temps t entre les équations paramétriques. Pour cela on applique à la masse m le principe fondamental de la dynamique dans le repère (\vec{Ox}, \vec{Oy}) (voir schéma ci-contre).

Selon l'axe \vec{Ox} :

$$\left. \begin{aligned} \text{Proj } \vec{P} / \vec{Ox} &= 0 = m\gamma_x \Rightarrow \gamma_x = 0 \\ \text{Proj } \vec{V}_0 / \vec{Ox} &= V_0 \cos \alpha \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{Le mouvement du skieur selon } \vec{Ox} \text{ est rectiligne uniforme de vitesse } V_0 \cos \alpha. \text{ Son équation s'écrit : } x = V_0 t \cos \alpha \quad \textcircled{1}.$$

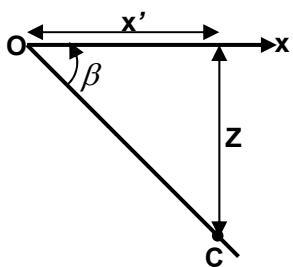


Selon l'axe \overrightarrow{Oy} :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Proj } \vec{P}/\overrightarrow{Oy} = mg = -m\gamma_y \Rightarrow \gamma_x = -g \\ \text{Proj } \vec{V}_0/\overrightarrow{Oy} = V_0 \sin \alpha \end{array} \right\}$$

\Leftrightarrow le mouvement du skieur est accéléré avec une vitesse initiale $V_0 \sin \alpha$ et l'équation de ce mouvement est : $y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 t \sin \alpha$ ②. Les équations ① et ② sont les équations paramétriques du mouvement et en remplaçant t par sa valeur tirée de ① dans ② on trouve : $y = -\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha \Leftrightarrow$ que la trajectoire de la masse m est une parabole.

La longueur OC



La longueur OC est telle que : $OC = \sqrt{x'^2 + Z^2}$ (voir schéma ci-dessous). L'équation de la droite OC est $z = -x \tan \beta$. Au point de chute C on a $y = z$, c'est-à-dire

$$-\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha = -x \tan \beta \text{ soit } x = \frac{2V_0^2 (\tan \alpha + \tan \beta) \cos^2 \alpha}{g}$$

Application numérique : $V_0 = 12 \text{ m/s}$, $\alpha = 60^\circ \Leftrightarrow \cos \alpha = 1/2$ et $\tan \alpha = \sqrt{3}$, $\beta = 45^\circ \Leftrightarrow \tan \beta = 1$, $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ on trouve $x = x' = 19,7 \text{ m}$.

En remplaçant x par sa valeur dans l'expression de z on a $Z = x'$ (le triangle obtenu est rectangle isocèle : $\beta = 45^\circ$) on obtient $OC = x' \sqrt{2} = 27,86 \text{ m}$.

La durée du saut

$$\text{On a } x = V_0 t \cos \alpha = x' \Rightarrow t = \frac{x'}{V_0 \cos \alpha} = 3,28 \text{ s.}$$

CORRIGÉ : SESSION DE JUILLET 1996 - Série : SE, MTGC, MTI

A – Questions de cours

I - Physique

Mise en évidence

Elle se fait avec une diode thermoélectronique. La diode thermoélectronique est une ampoule constituée d'un tube où l'on a fait un vide aussi poussé que possible (pression résiduelle inférieure à un dix millionième de mm Hg) à l'intérieur duquel sont disposés parallèlement :

Un filament F en tungstène, que l'on peut porter à incandescence par effet joule à l'aide d'un circuit de chauffage G_p .

Une plaque métallique P reliée à l'extérieur de la diode au filament par un circuit plaque comportant un milliampèremètre mA et une batterie d'accumulateurs G_p .

Si F est à la température ambiante le milliampèremètre n'indique aucun courant quelque soit la valeur de la tension plaque U_p de la batterie d'accumulateurs G_p .

Si F est porté à incandescence :

Si $U_p = 0$ ou $U_p < 0$, il n'y a aucun courant décelé par mA.

Par contre si $U_p > 0$ le milliampèremètre mA indique le passage d'un courant allant de la plaque à la filament à l'intérieur de la diode.

Conclusion : le filament porté à incandescence libère ses électrons. Pour se rendre compte de ce phénomène il faut nécessairement trouver un moyen de le visualiser :

- Soit en faisant atteindre la plaque P par les électrons à l'aide du champ électrique crée par la tension U_p et observer le passage d'un courant décelé par le milliampèremètre.

- Soit, toujours à l'aide de champs électrique, accélérer les électrons et les recevoir sur un écran fluorescent comme dans les cas des tubes d'oscilloscope ou de téléviseur.

Définition

L'effet thermoélectronique est la production d'électrons par la matière (généralement un métal) sous l'action de la chaleur.

II – Chimie

Définition

On appelle isomérie la partie de la chimie qui s'occupe de l'étude de composés ayant même composition chimique et même masse moléculaire mais dont la structure atomique et les propriétés sont différentes.

Les types d'isomérie présentes dans la molécule

- Isomérie géométrique ou isomérie alcénique (isomérie de configuration)
- Isomérie optique ou énantiométrie (existence de carbones asymétriques)

Le nombre d'isomères possibles

- Isomérie géométrique : deux isomères (Z et E)
- Isomérie optique : la présence de deux atomes de carbone asymétrique indique la possibilité de quatre isomères optiques

Le nombre d'isomères possibles est six (6).

B – Exercices

I – Physique

1) La température d'équilibre t_e du système

Le calorimètre est à la température de 20°C, l'eau à 70°C. Le calorimètre absorbe la quantité de chaleur cédée par l'eau. Cet échange d'énergie cesse lorsque les deux systèmes auront la même température appelée température d'équilibre t_e .

Soit Q_c la quantité de chaleur absorbée par le calorimètre de capacité calorifique $\mu = 270 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ pour passer de la température $t_0 = 20^\circ\text{C}$ à la température t_e : on a $Q_c = \mu(t_e - t_0)$.

De même en posant Q_e la quantité de chaleur cédée par $m = 120 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ d'eau, de chaleur massique $c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, pour passer de la température $t_1 = 70^\circ\text{C}$ à la température t_e on a $Q_e = mc(t_1 - t_e)$.

$$\text{A l'équilibre } Q_c = Q_e \Rightarrow \mu(t_e - t_0) = mc(t_1 - t_e) \text{ et } t_e(\mu + mc) = \mu t_0 + mct_1 \Leftrightarrow t_e = \frac{\mu t_0 + mct_1}{\mu + mc}.$$

Application numérique : $m = 12 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$, $t_0 = 20^\circ\text{C}$, $t_1 = 70^\circ\text{C}$, et $\mu = 270 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ on trouve $t_e = 52,5^\circ\text{C}$.

2) La chaleur latente L_f de la glace

Il y a maintenant échange de chaleur entre les systèmes (calorimètre + $m \text{ kg}$ d'eau) à la température t_e et la masse $m' = 5 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ de glace (de chaleur massique $c_g = 2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$) à la température $t_2 = -10^\circ\text{C}$.

Le nouvel équilibre ayant lieu à la température $T = 24,2^\circ\text{C}$ la quantité de chaleur cédée par le premier système est $Q_1 = (\mu + mc)(T - t_e)$ et celle absorbée par la glace est :

$$Q_2 = \underbrace{m'c_g(0 - t_2)}_{\substack{\text{Quantité de chaleur absorbée par les} \\ \text{m' kg de glace pour passer de la} \\ \text{température } t_2 = -10^\circ\text{C à}}} + \underbrace{m'L_f}_{\substack{\text{Quantité de chaleur pour} \\ \text{fondre les m' kg de glace à la} \\ \text{température constante de } 0^\circ\text{C}}} + \underbrace{m'c(T - 0)}_{\substack{\text{Quantité de chaleur pour faire} \\ \text{passer les m' kg d'eau de la température} \\ \text{de } 0^\circ\text{C à la température } T^\circ\text{C}}}.$$

$$\text{A l'équilibre } Q_1 = Q_2 \Rightarrow (\mu + mc)(T - t_e) = -m'c_g t_2 + m'L_f + m'cT \text{ et} \\ L_f = c_g t_2 - cT - \frac{(\mu + mc)(T - t_e)}{m'}.$$

Application numérique : $m' = 5 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$, $c_g = 2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, $c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, $t_2 = -10^\circ\text{C}$, $T = 24,2^\circ\text{C}$ on a $L_f = 3,15 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

II – Chimie

a) La concentration c de la solution

La masse volumique de la solution commerciale est $\rho = \frac{m}{V}$; m étant la masse de la solution et V son volume. Pour $V = 1\text{m}^3$ on a alors $m = 1190\text{ kg}$ ou encore qu'un litre de la solution a une masse $m' = 1190\text{g}$.

Cette masse m'_{HCl} de solution contient 37% de soluté pur HCl ; la masse d'acide chlorhydrique pure contenue dans cette solution est donc :

$$m_{\text{HCl}} = \frac{37}{100} \times 1190 = 440,3 \text{ kg.}$$

La quantité de matière correspondant à la masse m_{HCl} , sachant que la masse molaire de l'acide est M_{HCl} , est :

$$n_{\text{HCl}} = \frac{m'_{\text{HCl}}}{M_{\text{HCl}}} = \frac{440,3}{36,5} = 12,1 \text{ mol.}$$

La solution commerciale a une concentration $c = 12,1\text{mol.L}^{-1}$.

b) La concentration c' de la solution obtenue

Soient V et V' respectivement les volumes des solutions avant et après dilution, c et c' les concentrations correspondantes, la loi de dilution s'écrit

$$c \times V = c' \times V' \Leftrightarrow c' = \frac{V}{V'} \times c.$$

Application numérique : $V = 1,0 \text{ mL}$, $c = 12,1\text{mol.L}^{-1}$, $V' = 500 \text{ mL}$ on en déduit : $c' = 2,42 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

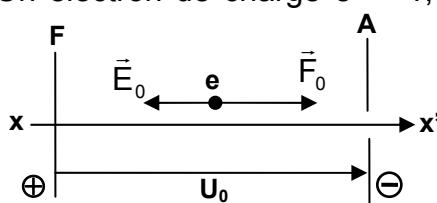
C – Problème

1) La nature du mouvement d'un électron entre F et A

U_0 est croissant, du filament F (chargé négativement) vers la plaque A (chargée positivement).

Le champ \vec{E}_0 dérivant de la tension U_0 est de direction parallèle à xx' (perpendiculaire aux armatures F et A), dirigé de A vers F (voir figure ci-dessous).

Un électron de charge $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ quittant le filament F est soumis à l'action de la force



électrique : $\vec{F}_0 = -e\vec{E}_0$.

Sous l'effet de cette force l'électron de masse m amorce un mouvement d'accélération \vec{a} telle que $\vec{a} = \frac{\vec{F}_0}{m}$ ou $\vec{a} = -\frac{e\vec{E}_0}{m}$.

L'intensité de cette accélération est $a = e \cdot \frac{E_0}{m} = \text{constante}$

positive (m , e et E_0 sont constants) et que **le mouvement de l'électron entre F et A est rectiligne uniformément accéléré**.

L'équation horaire du mouvement de l'électron

L'élongation x de l'électron à instant t quelconque s'écrit : $x = \frac{1}{2}at^2$.

La vitesse V_F de l'électron au départ de F est considérée comme nulle on trouve $x = \frac{1}{2} \cdot \frac{eE_0}{m} t^2$

2) Vitesse V_A de l'électron en O_1

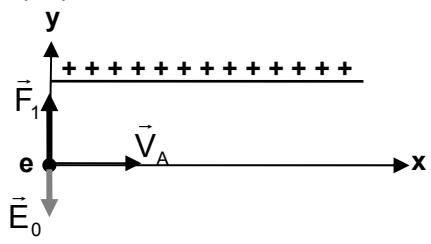
Posons que la distance entre F et A est l_0 . La variation d'énergie cinétique de l'électron entre F et A est $E_{C_A} - E_{C_F} = \Delta E_C = W_{F_0}$, travail de la force électrique, seule force appliquée à l'électron (le poids de l'électron est négligeable).

$$\left. \begin{array}{l} E_{C_A} = \frac{1}{2} m V_A^2 \\ E_{C_F} = \frac{1}{2} m V_F^2 = 0 (V_F = 0) \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2} m V_A^2 = W_{F_0} = F_0 \cdot l_0 = e \cdot E \cdot l_0. \text{ Or } E \cdot l_0 = U_0 \Rightarrow V_A = \sqrt{\frac{e \cdot U_0}{2m}}.$$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Application numérique : $m = 9,10^{-31} \text{ Kg}$ $U_0 = 1125 \text{ V}$ $\Rightarrow V_A = 2 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$.

3) a) Mouvement d'un électron à l'intérieur de C_1



Le champ \vec{E}_1 , dérivant du potentiel U_1 est de direction verticale, dirigé vers l'armature inférieure négative. L'électron arrivant en O_2 avec la vitesse initiale \vec{V}_A est soumis à la force $\vec{F}_1 = -e\vec{E}_1$.

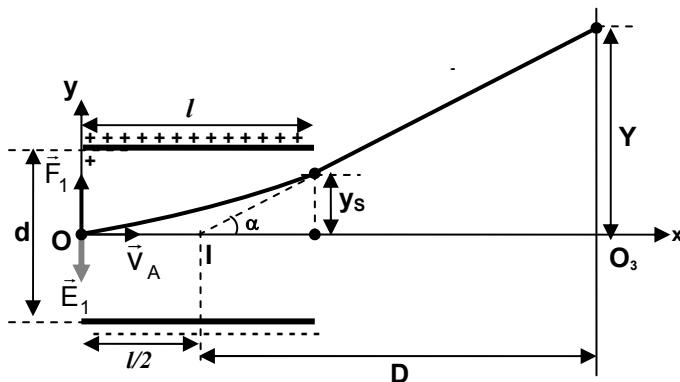
Le mouvement de l'électron comme précédemment est rectiligne uniformément accéléré d'accélération

$$\vec{a}_2 = -\frac{e\vec{E}_1}{m}.$$

Équation y de la trajectoire : $y = f(U_0, U_1 \text{ et } d)$

L'équation de la trajectoire de l'électron est obtenue en éliminant la variable temps t entre les équations paramétriques x et y $\Rightarrow x(t) = ?$ et $y(t) = ?$

Pour cela étudions le mouvement de l'électron de masse m possédant la vitesse initiale \vec{V}_A et sur lequel est appliqué la seule force \vec{F}_1 dans le repère choisi ($\overrightarrow{O_2x}, \overrightarrow{O_2y}$) (voir figure ci-dessous).



Selon l'axe $\overrightarrow{O_2y}$:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Proj} \vec{F}_1 / \overrightarrow{O_2y} = F_{1y} = F_1 = eE_1 = ma_y \Leftrightarrow a_y = \frac{eE_1}{m} = \text{constante} > 0 \\ \text{Proj} \vec{V}_A / \overrightarrow{O_2y} = V_{Ay} = 0 \end{array} \right\} \Leftrightarrow \text{le mouvement de}$$

l'électron selon $\overrightarrow{O_2y}$ est rectiligne uniformément accéléré, sans vitesse initiale, son équation horaire est : $y = \frac{1}{2} \frac{eE_1}{m} t^2$ ①.

Selon l'axe $\overrightarrow{O_2x}$: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Proj} \overrightarrow{F_1} / \overrightarrow{O_2x} = F_{1x} = F_1 = 0 = ma_x \Leftrightarrow a_x = 0 \\ \text{Proj} \overrightarrow{V_A} / \overrightarrow{O_2x} = V_{Ax} = V_A = \text{constante} \end{array} \right\} \Leftrightarrow \text{le mouvement de l'électron}$
selon $\overrightarrow{O_2x}$ est rectiligne uniforme, son équation horaire est : $x = V_A \cdot t$ ②.

De ② on tire $t = \frac{x}{V_A}$ qui porté dans ① donne $y = \frac{1}{2} \frac{eE_1}{mV_A^2} \cdot x^2$: équation de la trajectoire de l'électron.

Cette trajectoire est une parabole de sommet O_2 .

Sachant que $E_1d = U_1$ et $V_A^2 = \frac{eU_0}{2m}$ l'équation de la trajectoire devient : $y = \frac{U_1}{U_0} \times \frac{1}{d} \times x^2$.

Condition pour U_1 pour une sortie de l'électron sans rencontrer les armatures

Soit y_s l'ordonnée de sortie de l'électron, on a à la sortie $x = l = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

Pour ne pas rencontrer les armatures, il faut que $y_s < \frac{d}{2}$ c'est-à-dire :

$$y_s = \frac{U_1}{U_0} \times \frac{1}{d} \times l^2 < \frac{d}{2} \Leftrightarrow U_1 < \frac{U_0 d^2}{2l^2}$$

Application numérique : $d = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, $l = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ on a $U_1 < 90 \text{ V}$.

b) *Détermination de Y sur $\overrightarrow{O_3y}$*

A la sortie de C_1 , on a $F_1 = 0$ et $a_y = 0$ et le mouvement de l'électron devient rectiligne uniforme.
La déviation α est telle que :

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha (\text{rad}) = \frac{Y}{y_s} = \frac{2D}{l} \text{ et l'on déduit } Y = 2 \times \frac{U_1}{U_0} \times \frac{D}{d} \times l$$

Application numérique : $D = 3 \cdot 10^{-1} \text{ m}$, $U_1 = 45 \text{ V}$, $U_0 = 1125 \text{ V}$, $l = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ on trouve $Y = 6 \text{ cm}$.

$$K_1 = f(D, d, l, U_0)$$

$$k_1 = \frac{U_1}{Y} = \frac{U_1 U_0 \cdot d \cdot l}{2 \times U_1 D \cdot l^2} \Leftrightarrow k_1 = \frac{U_0 \times d}{2 \times U_1 \times D \times l}$$

Application numérique : $D = 3 \cdot 10^{-1} \text{ m}$, $U_1 = 45 \text{ V}$, $d = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, $l = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ on trouve $k_1 = 7,5$

V.cm^{-1} (c'est-à-dire que 1cm représente sur l'axe $\overrightarrow{O_3y}$: 7,5 V).

c) *Figure observée sur l'écran*

On observe sur l'écran une **sinusoïde** de grandeur $Y = U_1/k_1 = 6 \text{ cm}$.

II – 1) $u_2 = at + b$ pour $0 < t < T_2$

Il suffit de constater que dans le domaine cité la courbe $u_2(t)$ est une droite dont l'équation effectivement $u_2 = at + b$; a et b étant des constantes à déterminer.

De la courbe $u_2(t)$ on constate que pour $\begin{cases} t = 0 \Rightarrow u_2 = -60 \text{ V} \\ t = 0 \Rightarrow u_2 = +60 \text{ V} \end{cases}$ on en déduit que $b = 60 \text{ V}$,

$a = 6 \cdot 10^3 \text{ V/s}$ et $u_2 = 6000t - 60 \text{ (V)}$.

2) X (en cm) est une fonction du temps : $X = f(t)$

$$X = \frac{u_2}{k_2} = \frac{u_2}{k_1} \Rightarrow X = 800t - 8 \text{ (cm)}$$

3) *Figure observée sur l'écran*

On observe sur l'écran un **segment de droite** de longueur :

$$X(t = T_2) = 2 \cdot 10^{-2} \times 800 - 8.$$

La longueur du segment de droite est $X = 8\text{cm}$.

4) Le spot lumineux décrit une sinusoïde

La trajectoire du spot a pour équation $Y = f(X)$. Elle obtenue en remplaçant l'expression de la variable temps t tirée de l'expression de $X(t)$ dans celle de $Y(t)$.

$$X = 800t - 8 \Leftrightarrow t = \frac{X-8}{800}.$$

L'expression de Y est $Y = \frac{u_1}{k_1}$ avec $k_1 = 7,5 \text{ V.cm}^{-1}$ et $u_1 = 45\sin 100\pi t$ on obtient en remplaçant t

$$\text{par sa valeur } Y = \frac{45}{7,5} \sin 100\pi \frac{X-8}{100} \Leftrightarrow Y = 6\sin \frac{\pi}{8}(X+8).$$

Le spot lumineux décrit une sinusoïde de pulsation $\omega = \frac{\pi}{8} \text{ rad/s}$ ou de période $T = 12\text{s}$.

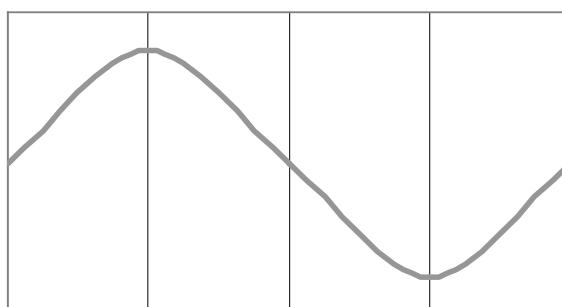
Qu'observe-t-on si $T_1 = 2T_2$?

$\omega_1 = 100\pi = 2\pi/T_1 \Rightarrow T_1 = 2 \cdot 10^{-2}\text{s}$ et $T_2 = 4 \cdot 10^{-2}\text{s}$. Les nouvelles expressions de u_2 et X deviennent alors $u_2 = 3000t - 60$ et $X = 400t - 8$. La nouvelle expression de Y est alors : $Y = \frac{U_1}{k_1} \sin \frac{\pi}{4} X$ fonction sinusoïdale de X dont la pulsation est $\omega' = \frac{\pi}{4} \text{ rad/s}$. L'ancienne pulsation

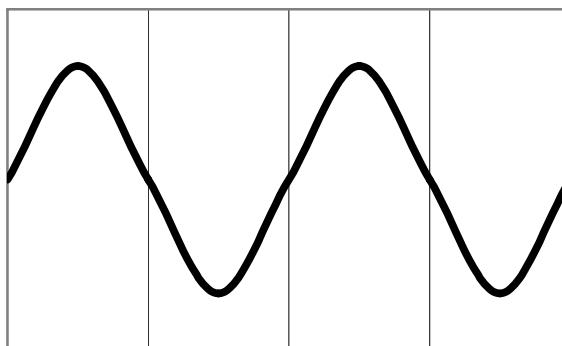
étant $\omega = \frac{\pi}{4}$ on a $\frac{\omega'}{\omega} = \frac{T}{T'} = \frac{4}{\pi} 2 \Rightarrow \omega' = 2\omega$ ou que $T = 2T'$.

8

On en déduit que si la première courbe observée avait la grandeur d'une sinusoïté par exemple on verra maintenant deux sinusoïtés occupant le même espace (voir figures ci-dessous).



Une sinusoïté de période T



Deux sinusoïtés de période T' sur le même espace

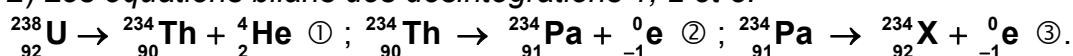
A – Questions de cours

I - Physique

1) Définition d'une réaction de désintégration

Une réaction de désintégration est une transformation spontanée ou provoquée d'un noyau atomique, d'une particule élémentaire donnant naissance à un ou plusieurs autres atomes et d'autres particules.

2) Les équations bilans des désintégrations 1, 2 et 3.



Expliciter les règles appliquées

Si $^{A_z}\text{X} + ^{A'_{z'}}\text{Y} \rightarrow ^{A_1}_{z_1}\text{X}' + ^{A_2}_{z_2}\text{Y}$ est l'équation bilan d'une réaction nucléaire on a : $\mathbf{A} + \mathbf{A'} = \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2$ et

$$\mathbf{Z} + \mathbf{Z'} = \mathbf{Z}_1 + \mathbf{Z}_2.$$

Par exemple dans ① : $238 = 234 + 4$ et $92 = 90 + 2$.

La réaction ① est une **radioactivité α** (émission de noyaux d'hélium ou particules α, les réactions ② et ③ sont une **désintégration β⁻** (émission d'électrons).

Préciser le type de désintégration et le nom de X

Le nucléide X est un isotope de l'uranium : $\mathbf{X} = \mathbf{U}$.

II – Chimie

1) Distinction entre une réaction simple et une réaction complexe

Une réaction qui s'effectue en un seul stade est dite simple tandis qu'elle est complexe lorsque sa réalisation demande plusieurs stades.

2) Les différentes étapes

Toute réaction en chaîne ou réaction radicalaire implique trois stades principaux :

- **L'initialisation (naissance des radicaux) : étape 1.**
- **La propagation (croissance) : étapes 2, 3 et 4.**
- **La rupture de chaîne (disparition des valences libres) : étape 5.**

Les centres actifs sont les radicaux.

B – Exercices

I - Physique

1) La valeur de l'induction B

Le champ B créé par le passage du courant I dans le solénoïde est tel que : $B = \mu_0 n I$; n étant le nombre de spires par unité de longueur du solénoïde, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ u.S.I. la perméabilité magnétique ou permittivité du vide ou de l'air.

Application numérique : $n = 1250$, $I = 5\text{A}$ on a $\mathbf{B} = 78,5 \cdot 10^{-4}\text{T}$.

2) Le flux Φ et l'inductance L

Le flux Φ à l'intérieur de la bobine est $\Phi = NBS$ avec N le nombre de spires de la bobine, S la surface d'une spire : $S = \pi R^2$ (R le rayon d'une spire). On a $N = nI$ avec I la longueur de la bobine.

Application numérique : $I = 4 \cdot 10^{-1}\text{m}$, $R = 2 \cdot 10^{-2}\text{m}$, $S = 12,56 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$, $n = 1250$ spires/m, on a $B = 78,5 \cdot 10^{-4}\text{T}$ on trouve $\Phi = 4,9 \cdot 10^{-3}\text{Wb}$.

$$\text{L'inductance } L \text{ de la bobine est } L = \frac{\Phi}{I}$$

Application numérique : $\Phi = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$, $I = 5 \text{ A}$ on a $L = 0,98 \cdot 10^{-3} \text{ H}$.

II - Chimie

1) a) La réaction est exothermique ou endothermique

La réaction est endothermique.

Une réaction de craquage (ou cracking) est la décomposition d'un composé sous l'effet uniquement de la chaleur, elle est par conséquent endothermique (l'augmentation du volume du mélange final est également une justification).

b) Le nombre de n_{H_2} de dihydrogène

L'équation bilan de la réaction est : $CH_4 \xrightleftharpoons[\text{solide}]{\text{gaz}} C + 2H_2$.

Soient x_{H_2} et x_{CH_4} les fractions molaires, n_{H_2} et n_{CH_4} les nombres de mole, P_{H_2} , P_{CH_4} les pressions partielles respectifs du dihydrogène et du méthane, la loi d'action des masses relative aux pressions partielles s'écrit : $k_p = \frac{x_{H_2}^2}{P_{CH_4}}$. Si P la pression totale du mélange on a $P_{H_2} =$

$x_{H_2} \times P$ et $P_{CH_4} = x_{CH_4} \times P \Rightarrow k_p = \frac{x_{H_2}^2}{x_{CH_4}} \times P$, d'une part, $x_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{3}$ (les conditions stœchiométriques donnent une mole de méthane et deux moles de dihydrogène, soient 3 moles gazeuses pour le mélange final) on a :

$$k_p = \frac{n_{H_2}^2}{3 \times n_{CH_4}} \times P \text{ et } n_{H_2} = \sqrt{\frac{3 \times k_p \times n_{CH_4}}{P}}$$

Application numérique : $k_p = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}$, $n_{CH_4} = 1 \text{ mol}$, $P = 1,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ on trouve $n_{H_2} = 0,95 \text{ mol}$.

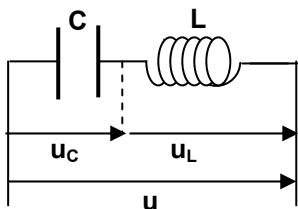
2) Le nouveau nombre de mole n'_{H_2}

$$\text{La nouvelle pression est } P' = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa} \Rightarrow n'_{H_2} = \sqrt{\frac{3 \times k_p \times n_{CH_4}}{P'}} = 5,85 \text{ mol.}$$

C – Problème

I – 1) L'expression de l'équation différentielle

Soit le circuit (C, L) série ci-contre. En posant respectivement u , u_C et u_L les tensions instantanées respectives aux bornes de l'ensemble du circuit, du condensateur et de la bobine on a $u = u_C + u_L$.



On a $u_C = \frac{q}{C}$, q étant la charge instantanée de la capacité et $u_L = -e = L \frac{di}{dt}$, e la f.e.m. induite aux bornes de la self et i l'intensité instantanée dans le circuit. En remplaçant u_C et u_L par leurs valeurs on a $u = \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt}$ et comme $i = \frac{dq}{dt}$ on trouve $u = \frac{q}{C} + L \frac{d^2q}{dt^2}$.

Le circuit étant fermé on a $u = 0$ et l'équation différentielle régissant le circuit est alors

$$0 = \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} \text{ ou encore } \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC} \times q = 0 \text{ avec } C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \text{ pour le montage en série et } C = C_1 + C_2 \text{ pour le montage en parallèle, des condensateurs.}$$

2) La période T en fonction de L , C_1 et C_2

L'équation différentielle $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC} \times q = 0$ peut se mettre sous la forme :

$\frac{d^2q}{dt^2} + \omega^2 q = 0$ avec $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ la pulsation propre des oscillations électriques. Sachant que la

période T des oscillations est $T = \frac{2\pi}{\omega}$ on en déduit $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Comme $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ pour le montage en parallèle on a $T = 2\pi\sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}$.

3) La période T' en fonction de L , C_1 et C_2 pour le montage en série

On a $C = C_1 + C_2$ et $T = 2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}$.

II – 1) a) Les ressorts ont même tension $T_1 = T_2$

Le système étant en équilibre et les ressorts ayant des masses négligeables, la seule force qui provoque l'allongement des ressorts est le poids \vec{P} de la masse m .

Par définition, la tension d'un ressort de masse négligeable (ou d'un fil inextensible) en un point du ressort est la force qu'il faudrait appliquer à chaque extrémité du ressort supposé coupé en ce point pour que l'état de mouvement ou de repos soit conservé. Le système présent étant au repos les tensions, T_1 et T_2 , sont égales parce que chacune égale au poids P de la masse m .

Les allongements a_1 et a_2 des ressorts R_1 et R_2 en fonction de m , g , k_1 et k_2

La tension T d'un ressort est proportionnelle à l'allongement a du ressort :

on a donc $T_1 = k_1 a_1$ et $T_2 = k_2 a_2$ (k_1 et k_2 étant respectivement les raideurs des ressorts R_1 et R_2) et comme $T_1 = T_2 = P = mg$ on en déduit que : $a_1 = \frac{mg}{k_1}$ et $a_2 = \frac{mg}{k_2}$.

b) les allongements x_1 et x_2 en fonction de x , k_1 et k_2

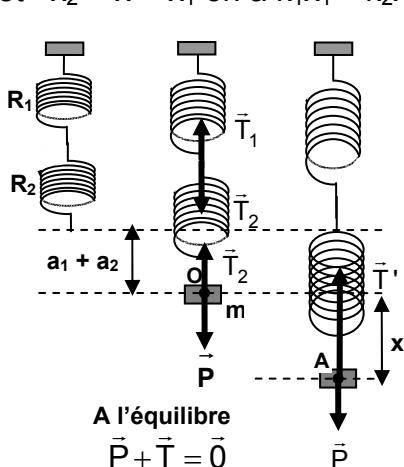
A l'instant $t > 0$, $\overline{OA} = x$. Par rapport à l'état d'équilibre, le ressort R_1 s'est allongé de x_1 et le ressort R_2 de x_2 , d'où $x_1 + x_2 = x$.

La nouvelle tension est $T' = T'_1 = T'_2 \Rightarrow k_1 a'_1 = k_2 a'_2$, a'_1 et a'_2 étant les nouveaux allongements.

Sachant que $a'_1 = a_1 + x_1$ et $a'_2 = a_2 + x_2$, il vient $k_1(a_1 + x_1) = k_2(a_2 + x_2) \Rightarrow$

$k_1 a_1 - k_2 a_2 = k_2 x_2 - k_1 x_1$, d'une part, que d'autre part $k_1 a_1 = k_2 a_2 = mg$

et $x_2 = x - x_1$ on a $k_1 x_1 = k_2 x_2 = k_2(x - x_1)$.



De l'égalité $k_1 x_1 = k_2(x - x_1)$ on déduit $x_1 = \frac{k_2}{k_1 + k_2} \times x$.

De l'égalité $k_2 x_2 = k_2(x - x_1)$ on tire $x_2 = x - x_1$, et en remplaçant x_1 par sa valeur $x_1 = \frac{k_2}{k_1 + k_2} \times x$ on trouve $x_2 = \frac{k_1}{k_1 + k_2} \times x$.

c) Établir $\frac{d^2x}{dt^2} = f(x, m)$

On applique le principe fondamental de la dynamique à la masse m . Les forces appliquées sur la masse m sont :

- le poids \vec{P} force de direction verticale dirigée vers la terre
- la tension \vec{T}' des ressorts, force de direction verticale puisque de même direction que l'axe du ressort, dirigée en sens opposé de \vec{P} .

On a $\vec{P} + \vec{T}' = m \frac{\overrightarrow{d^2x}}{dt^2}$. $\vec{P} = mg = k_1 \vec{a}_1$ et $\vec{T}' = -k_1 \vec{a}_1' = -k_1 (\vec{a}_1 + \vec{x}_1)$ on obtient :
 $m \frac{\overrightarrow{d^2x}}{dt^2} = k_1 \vec{a}_1 - k_1 \vec{a}_1 - k_1 \vec{x} \Rightarrow m \frac{\overrightarrow{d^2x}}{dt^2} = -k_1 \vec{x}_1$. Or on a $\vec{x}_1 = \frac{k_2}{k_1 + k_2} \times \vec{x} \Rightarrow m \frac{\overrightarrow{d^2x}}{dt^2} = -\frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \times \vec{x}$.

Nature du mouvement et expression de la période T

La résultante des forces $\vec{P} + \vec{T}' = m \frac{\overrightarrow{d^2x}}{dt^2}$ s'exerçant sur A est de la forme $\vec{F} = -k \vec{x}$ **force de rappel** \Leftrightarrow le mouvement de la masse est rectiligne sinusoïdal.

La période T du mouvement

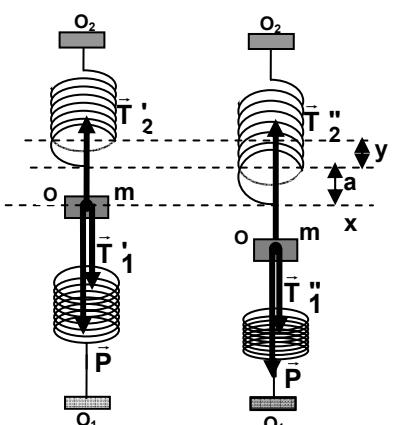
La relation $m \frac{\overrightarrow{d^2x}}{dt^2} = -\frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \times \vec{x}$ peut se mettre sous la forme $\frac{\overrightarrow{d^2x}}{dt^2} + \omega^2 \vec{x} = \vec{0}$ avec $\omega = \sqrt{\frac{k_1 k_2}{m(k_1 + k_2)}}$ la pulsation du mouvement. On en déduit l'expression de la période T des oscillations est : $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}}$.

2) a) Montrer que la force exercée a pour expression $F = (k_1 + k_2) \cdot y$

Avant d'exercer la force \vec{F} la masse m est en équilibre sous l'action du poids \vec{P} et des tensions \vec{T}_1 et \vec{T}_2 : les ressorts R_1 et R_2 s'allonge de a et on a $\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$. Par projection sur un axe orienté $\overrightarrow{O_2 O_1}$ il en résulte que $mg + k_1 a - k_2 a = 0$.

Soit y le déplacement vertical auquel le centre de gravité de m, est soumis du fait de l'application de la force \vec{F} ; les allongements des deux ressorts R_1 et R_2 sont $(a + y)$ et $(a - y)$ (un des ressorts s'allonge tandis que l'autre est comprimé). Avant d'exercer la force \vec{F} la masse m est en équilibre sous l'action du poids \vec{P} et des tensions \vec{T}_1 et \vec{T}_2 : les ressorts R_1 et R_2 s'allonge de a et on a $\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$.

Avant d'exercer la force \vec{F} la masse m est en équilibre sous l'action du poids \vec{P} et des tensions \vec{T}_1 et \vec{T}_2 : les ressorts R_1 et R_2 s'allonge de a et on a $\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$. Par projection sur un axe orienté $\overrightarrow{O_2 O_1}$ il en résulte que $mg + k_1 a - k_2 a = 0$.



Soit y le déplacement vertical auquel le centre de gravité de m, est soumis du fait de l'application de la force \vec{F} ; les allongements des deux ressorts R_1 et R_2 sont $(a + y)$ et $(a - y)$ (un des ressorts s'allonge tandis que l'autre est comprimé). La nouvelle condition d'équilibre s'écrit : $\vec{F} + \vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$.

Par projection sur un axe orienté $\overrightarrow{O_1 O_2}$ on a :

$$F - P - T_1' + T_2' = 0 \text{ avec } T_1' = k_1(a + y) \text{ et } T_2' = k_2(a - y).$$

$$\text{On en déduit } F - mg + k_1 a - k_2 a + y(k_1 + k_2) = 0 \\ \text{et } F = y(k_1 + k_2)$$

(On rappelle que $mg + k_1 a - k_2 a = 0$).

$\vec{F} = \vec{0}$	$\vec{F} \neq \vec{0}$
$\vec{P} + \vec{T}_1' + \vec{T}_2' = \vec{0}$	$\vec{P} + \vec{F} + \vec{T}_1'' + \vec{T}_2'' = \vec{0}$

b) L'expression de la raideur k du « ressort équivalent »

Si k est la raideur du ressort R équivalent à l'ensemble (R_1 , R_2) sa période T sous l'action de la masse m est

$\mathcal{T} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$; le ressort équivalent R a même période que le système de ressorts (R_1, R_2) sous l'action de la même masse m.

Pour la question 1) on a $2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ ce qui après simplification donne :

$k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$. Pour la question 2) on a comme équation différentielle :

$$-(k_1 + k_2)y = m \frac{d^2y}{dt^2} \text{ et pour période } \mathcal{T} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}.$$

La raideur k du ressort équivalent est $k = k_1 + k_2$.

c) Récapitulation

Systèmes	Grandeurs analogues	Relations analogues
		Équations différentielles
Oscillateur électrique C_1 et C_2 en série	Capacité Inductance Pulsation Période	$\frac{d^2q}{dt^2} + L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 0$
Oscillateur électrique C_1 et C_2 en parallèle		$\frac{d^2q}{dt^2} + L(C_1 + C_2) = 0$
Oscillateur mécanique R_1 et R_2 en série	Raideur Masse Pulsation Période	$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k_1 k_2}{m(k_1 + k_2)} = 0$
Oscillateur mécanique R_1 et R_2 en parallèle		$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{(k_1 + k_2)}{m} = 0$
		Équations horaires
Oscillateur électrique C_1 et C_2 en série		$q = Q_m \cos(\omega t + \phi)$
Oscillateur électrique C_1 et C_2 en parallèle		$i = I_m \cos(\omega t + \phi)$
Oscillateur mécanique R_1 et R_2 en série		$x = X_m \cos(\omega t + \phi)$
Oscillateur mécanique R_1 et R_2 en parallèle		Périodes
Oscillateur électrique C_1 et C_2 en série		$T = 2\pi \sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}$
Oscillateur électrique C_1 et C_2 en parallèle		$T = 2\pi \sqrt{L(C_1 + C_2)}$
Oscillateur mécanique R_1 et R_2 en série		$T = 2\pi \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m(k_1 + k_2)}}$
Oscillateur mécanique R_1 et R_2 en parallèle		$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$
		Raideurs
Oscillateur mécanique R_1 et R_2 en série		$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$
Oscillateur mécanique R_1 et R_2 en parallèle		$k = k_1 + k_2$
		Capacités
Oscillateur électrique C_1 et C_2 en série		$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$
Oscillateur électrique C_1 et C_2 en parallèle		$C = C_1 + C_2$

c) Deux ressorts en « série », en « parallèle »

Deux ressorts sont en « série » lorsqu'un seul des ressorts a une extrémité en contact avec la masse oscillante et en « parallèle » lorsque une extrémité de chaque ressort est en contact avec la masse oscillante.

CORRIGÉ : SESSION DE JUILLET 1997 - Série : SE, MTGC, MTI
(District de Bamako)

A – Questions de cours

I – Physique

1) Un oscillateur subit des oscillations forcées s'il oscille avec une période qui n'est pas sa période propre.

Les oscillations sont libres si l'oscillateur oscille avec sa période propre.

2) Il y'a résonance lorsque le résonateur oscille avec sa grande amplitude possible.

3)

Oscillateurs amortis	Oscillateurs sélectifs
❖ tympan de l'oreille	❖ Récepteur radio
❖ Stade « Modibo Kéïta »	❖ Station émettrice de l'ORTM
❖ Microphone	

4) L'œil est un oscillateur amorti.

II - Chimie :

Définition

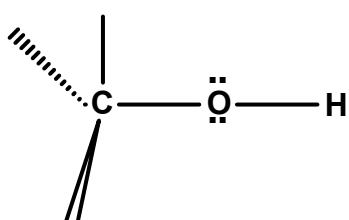
Les alcools sont des composés organiques dont la molécule contient un groupement hydroxyde (-OH) lié à un carbone tétragonal (alcools aliphatiques).

Formules générales des alcools

R, R' et R'' étant des radicaux alkyles les formules générales des alcools sont :

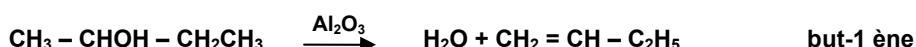
$R - OH$	$R - CHOH - R'$	$\begin{array}{c} R' \\ \\ R - C - R'' \\ \\ OH \end{array}$
Alcool primaire	Alcool secondaire	Alcool tertiaire

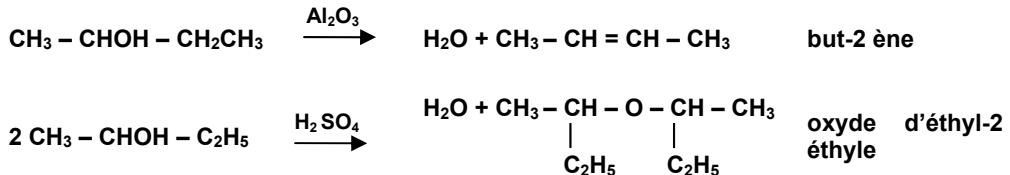
La structure de la fonction alcool



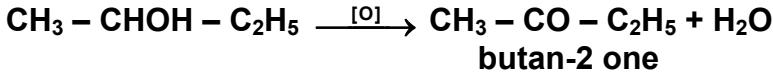
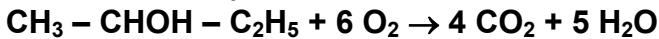
Produits de déshydratation du butan-2 ol

La formule du butanol-2 est $CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_3$. Une réaction de déshydratation est la perte de molécule d'eau par un composé.





Equations bilan de l'oxydation du butan-2 ol

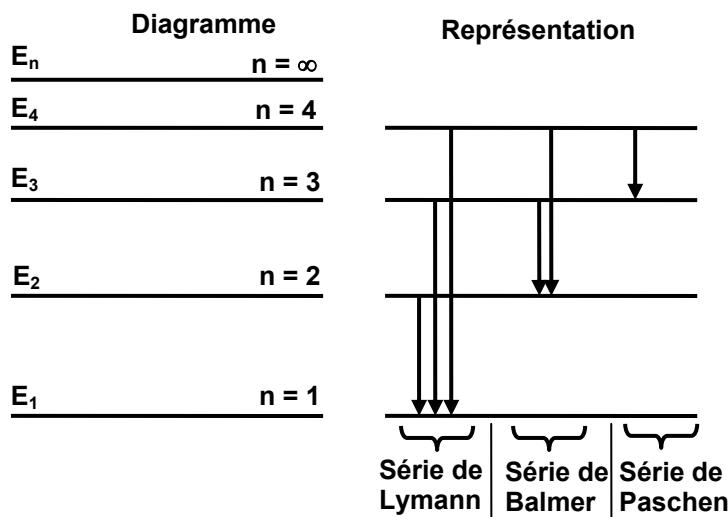


B – Exercices

Exercice 1

1) Calcul de E_1 , E_2 , E_3 , E_4 et tracé du diagramme

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \Rightarrow E_1 = -13,6 \text{ eV} ; E_2 = -3,4 \text{ eV} ; E_3 = -1,51 \text{ eV} \text{ et} \quad E_4 = -0,85 \text{ eV}$$



Les longueurs d'onde extrêmes de chaque série

La longueur d'onde λ_{np} de la radiation émise (ou absorbée) lors du passage d'un niveau p à un niveau n est telle que :

$$E_n - E_p = \frac{hc}{\lambda_{np}} \Rightarrow \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} = \frac{hc}{E_1 \cdot \lambda_{np}} \Rightarrow \lambda_{np} = \frac{R_H}{\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}} \text{ avec } R_H = \frac{hc}{E_1} \Rightarrow$$

$$R_H = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,9127 \cdot 10^{-7}.$$

On trouve les résultats suivants en μm :

Série de Lymann		Série de Balmer		Série de Paschen
$n = 4$ et $p = 1$	$n = 2$ et $p = 1$	$n = 3$ et $p = 2$	$n = 4$ et $p = 2$	$n = 4$ et $p = 3$
$\lambda_{np} = 0,1043$	$\lambda_{np} = 0,1217$	$\lambda_{np} = 0,6571$	$\lambda_{np} = 0,4868$	$\lambda_{np} = 1,8775$
Ultraviolet	Ultraviolet	Spectre visible	Spectre visible	Infrarouge

II - Exercice 2

1) Nom, équation bilan et caractéristiques de la réaction

La réaction est une réaction d'estérification-hydrolyse.

Son équation bilan s'écrit :



La réaction est lente, limitée et athermique

2) Quantité d'acide restant et la composition du mélange

Cette quantité ou nombre de mole d'acide restant, est égale au nombre de mole d'acide neutralisé par la base multiplié par 10.

Calcul du nombre de mole d'acide restant dans 1/10^{ème} du volume V du mélange

Le point d'équivalence acido-basique étant atteint on a :

$$n_{\text{acide}} = N_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} = 0,5 \times 13,3 \cdot 10^{-3} = 6,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Le nombre de mole d'acide restant dans le volume est donc

La composition initiale du mélange est :

$$\begin{cases} n_{A_{\text{initial}}} = \frac{m_{\text{acide}}}{M_{\text{acide}}} = \frac{12}{60} = 0,2 \text{ mol} \\ n_{\text{Alcool}} = \frac{m_{\text{alcool}}}{M_{\text{alcool}}} = \frac{9,2}{46} = 0,2 \text{ mol} \end{cases}$$

Calcul du nombre de mol d'acide restant dans 1/10^{ème} du volume V du mélange

Le point d'équivalence acido-basique étant atteint on a :

$$n_{\text{acide}} = n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,5 \cdot 13,3 \cdot 10^{-3} = 6,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Le nombre de mole d'acide restant dans le volume est donc :

$$n_{A_{\text{restant}}} = 10 \cdot n_{\text{Acide}} = 6,65 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

La composition du mélange est :

$$\begin{cases} n_{A_{\text{restant}}} = n_{\text{alcool}_{\text{restant}}} = 6,65 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \\ n_{\text{ester}} = n_{\text{eau}} = 0,2 - 6,65 \cdot 10^{-2} = 0,13 \text{ mol} \end{cases}$$

C - Problème

1) Volumes V_{NH_3} et V_{NH_4}

L'énoncé permet d'écrire $V_{\text{NH}_4} + V_{\text{NH}_3} = 100 \text{ ml}$ et d'autre part on sait que le pH d'une solution tampon a pour expression $\text{pH} = \text{pka} + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4]}$ ou encore : $\text{pH} = \text{pka} + \log \frac{V_{\text{NH}_3}}{V_{\text{NH}_4}}$. $\text{pH} = 9$ et $\text{pka} = 9,2 \Rightarrow \frac{V_{\text{NH}_3}}{V_{\text{NH}_4}} = 10^{-0,2} = 0,63$.

$$\left. \begin{array}{l} V_{\text{NH}_3} + V_{\text{NH}_4} = 100 \\ \frac{V_{\text{NH}_3}}{V_{\text{NH}_4}} = 10^{-0,2} = 0,63 \end{array} \right\} \Rightarrow V_{\text{NH}_3} = 38,8 \text{ mL} \text{ et } V_{\text{NH}_4} = 62,2 \text{ mL.}$$

2) Volume V_{HCl}

L'addition d'acide provoque la réaction de neutralisation d'une partie de la base NH_3 selon l'équation du bilan : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$. L'addition de V_{HCl} ml de HCl , soit $0,1 \times V_{\text{HCl}}$ mmol de H_3O^+ , entraîne :

❖ la formation de $0,1 \times V_{\text{HCl}}$ mmol de NH_4^+ , soit $[\text{NH}_4^+] = \frac{0,1 \times V_{\text{HCl}}}{100 + V_{\text{HCl}}}$

❖ la disparition de $0,1 \times V_{\text{HCl}}$ mmol de NH_3 , soit $[\text{NH}_3] = \frac{10 - 0,1 \times V_{\text{HCl}}}{100 + V_{\text{HCl}}}$

En portant ces valeurs dans l'expression du pH on a $\text{pH} = \text{pka} + \log \frac{10 - 0,1 \times V_{\text{HCl}}}{0,1 \times V_{\text{HCl}}}$ et l'on en déduit sachant que $\text{pH} = 9,2$ que $V_{\text{HCl}} = 61,3 \text{ mL}$.

3) La solution diluée a toujours le pH = 9. Pourquoi ?

Les concentrations de 1) sont divisées par 10, soit :

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{0,01 \times V_{\text{NH}_4}}{100} = 6,12 \text{ mmol}$$

$$[\text{NH}_3] = 3,88 \text{ mmol} \Rightarrow \text{pH} = 9,2 + = 9,2 - 0,197 \Rightarrow \text{pH} \approx 9.$$

4) Les molarités en NH_3 et en avant et après addition

Les molarités avant addition sont : $[\text{NH}_4^+] = 6,12 \text{ mmol}$ et $[\text{NH}_3] = 3,88 \text{ mmol}$.

Les molarités après addition sont :

$$[\text{NH}_4^+] = 6,12 + 0,5 = 6,62 \text{ mmol} \text{ et } [\text{NH}_3] = 3,88 - 0,5 = 0,38 \text{ mmol.}$$

On vérifie que $\text{pH} = 9,2 + \log \frac{3,88}{6,62} = 8,9$ qui montre effectivement l'effet tampon du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$, la solution d'acide chlorhydrique servant de testeur. Le pH d'une solution tampon varie peu par addition modérée d'acide ou de base même forts.

II – 1) Justifier l'appellation « oscillations forcées » pour désigner le courant i

La source S impose sa fréquence au circuit qui oscille également avec cette fréquence qui n'est pas forcément la sienne propre, d'où l'expression « d'oscillations forcées » pour désigner le courant i.

Relation entre les fréquences de la tension u et du courant i

L'intensité instantanée i a même fréquence que la tension instantanée u.

2) Expressions des impédances $Z_{L,R}$, $Z_{C,R}$ et $Z_{C,L,R}$ pour respectivement les circuits (L, R), (C, R) et (C, L, R) séries

La courbe (a) est une courbe hyperbolique croissante de A vers $+\infty$ (asymptotique à la droite $z = k\omega$ avec k constante positive) ce qui correspond à une impédance $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} = Z_{L,R}$.

La courbe (b) est une courbe parabolique de sommet A variant de $+\infty$ vers A (minimum) et A vers $+\infty$. Elle correspond à la représentation d'une impédance $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = Z_{L,C,R}$.

La courbe (c) correspond à l'impédance $Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}} = Z_{C,R}$

L'ordonnée commune est A = R.

**CORRIGÉ : SESSION DE JUILLET 1997- Série : SE, MTGC, MTI
(Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou, Mopti, Gao et Tombouctou)**

A – Questions de cours

I – Physique

La radioactivité est l'émission spontanée ou provoquée de particules par un noyau atomique.

Exemple : $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}$: émission de particules $\alpha = ^4_2\text{He}$ par l'atome d'uranium 238

La fission nucléaire est la participation d'un noyau massif, consécutive au choc d'un neutron.

Exemple : $^{238}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{239}_{92}\text{U}$

La radioactivité β^+ est l'émission de positons ou anti-électrons ${}^0_1\text{e}$ par un noyau atomique (présentant un défaut de neutrons par rapport aux nucléides stables)

Exemple : $^{56}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^0_1\text{e} + ^{56}_{26}\text{Fe}$ (stable).

II - Chimie

Définitions

L'isomérie est l'étude des composés chimiques qui possèdent la même formule brute, mais qui diffèrent par leurs formules développées et leurs propriétés.

Deux composés sont isomères s'ils ont la même formule brute mais des formules développées différentes.

Les types d'isomérie

Les types d'isomérie dans le composé sont : l'isomérie géométrique (Z, E) et l'isomérie optique

Le nombre d'isomères

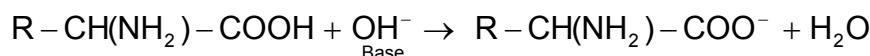
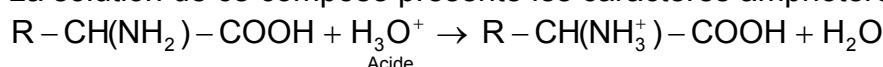
Le composé peut présenter six (6) isomères possibles (quatre isomères optiques et deux géométriques).

Le nom du composé

Le composé est l'acide 2-amino 5-chloro 4-ène 3-ol hexanoïque.

Les propriétés chimiques de la solution du composé

La solution de ce composé présente les caractères amphotères (acido-basique).



avec $R = \text{CH}_3$ - $\text{CCI} = \text{CH} - \text{CHOH} -$

II Exercices

Exercice 1

Peut-on provoquer la coupure photochimique par un rayonnement visible

Il suffit de calculer la longueur d'onde λ du rayonnement ayant une énergie

$$E = 240 \text{ Kg.mol}^{-1}. \text{ L'énergie } E \text{ portée par un rayonnement de longueur d'onde } \lambda \text{ est } \lambda = \frac{hc}{E}.$$

Application numérique : $E = 240 \text{ kg.mol}^{-1} = \frac{240}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ J}$, $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ on

trouve $\lambda = 0,498 \mu\text{m}$. Cette longueur d'onde fait bien partie du spectre visible.

Exercice 2

La valeur du produit ionique k_a aux différentes températures

La valeur k_e du produit ionique est : $k_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{HO}^-]$

Solutions	A	B	C	D
t°C	15	25	55	65
$[\text{H}_3\text{O}^+]$	$10^{-3,18}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$	$10^{-6,80}$	$10^{-6,41}$
$[\text{HO}^-]$	$5,6 \cdot 10^{-12}$	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$5,7 \cdot 10^{-7}$	$10^{-6,41}$
k_e	$4,4 \cdot 10^{-13}$	$1,0 \cdot 10^{-14}$	$8,2 \cdot 10^{-14}$	$1,5 \cdot 10^{-13}$

Nature des solutions

Solutions	A	B	C	D
	$[\text{HO}^-] < [\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{HO}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{HO}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HO}^-]$
Nature	acide	basique	basique	neutre

C - Problème

I – La pulsation propre ω et la raideur K

L'énergie absorbée passe par un maximum pour $N = 8,7 \cdot 10^{13} \text{ Hz} \Rightarrow$ l'état de résonance et que par conséquent l'excitateur qui est le champ électrique et le résonateur qui est la molécule de chlorure d'hydrogène ont même pulsation $\omega = 2\pi N \approx 5,46 \cdot 10^{14} \text{ rad/s}$.

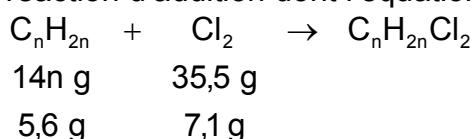
La raideur K du ressort correspondant est $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow K = \omega^2 \cdot m$ avec m la masse de la molécule de chlorure d'hydrogène :

$$m = m_H + m_{Cl} = \frac{(1+35,5) \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23}}, \text{ ce qui donne } K = 180,75 \cdot 10^2 \text{ N/m.}$$

II - 1) La formule de A

La formule générale des alcènes est C_nH_{2n} [avec n entier naturel ($n \geq 2$)].

Il suffit pour connaître la formule de A de déterminer la valeur de n. La fixation du dichlore par l'alcène est une réaction d'addition dont l'équation bilan s'écrit :



La règle des proportions donne $\frac{14n}{5,6} = \frac{35,5}{7,1} \Rightarrow n = 4$ et la formule de l'alcène est C_4H_8 . Il s'agit du

butène.

- *Les formules développées de A*

$CH_2 = CCH_3 - CH_3$ 2-Méthylpropène	$CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$ But-1 ène	$CH_3 - CH = CH - CH_3$ But-2 ène
--	--	--------------------------------------

- *Nature des atomes de carbones de A*

Les atomes de carbone doublement liés sont trigonaux, tous les autres sont tétraédriques

A est chirale ?

A n'est pas chirale car sa molécule ne possède pas de carbone asymétrique C*.

2) Ecrire les formules développées de B ? Représentation de Newman ?

Nombre d'énanthiomères ?

La formule brute de B est $C_2H_8Cl_2$.

Les formules développées possibles, les représentations de Newman correspondantes et le nombre d'énanthiomères sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

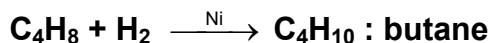
$CH_2ClC(Cl)(CH_3)CH_3$	$CH_3ClCH(Cl)CH_2CH_3$	$CH_3CH(Cl)CH(Cl)CH_3$
Zéro énanthiomère (pas de carbone asymétrique)	2 énanthiomères (1 carbone asymétrique)	4 énanthiomères (2 carbones asymétriques)

3) Concentration molaire volumique c

Le racémique est un mélange équimolaire. La solution contient 10 g par litre de chaque énanthiomère. La masse molaire de B étant 127 g/mol, la concentration molaire volumique c est : $c = 10/127 = 0,079 \text{ mol/l.}$

4) Le corps C obtenu

L'hydrogénéation de l'alcène conduit à un **alcane C** :



- *Formules développées de C*

Les formules développées correspondantes sont :

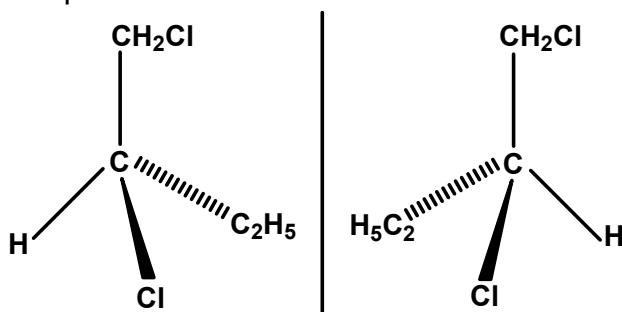


- *Formule et nom du dérivé monochloré et nom du dérivé monochloré de C ayant des isomères optiques*

Le seul dérivé monochloré ayant des isomères optiques est :



Les isomères optiques sont représentés ci-dessous :



CORRIGÉ : SESSION DE JUILLET 1998 - Série : SE, MTGC, MTI

A – Questions de cours

I – Physique

1) Phénomène observé

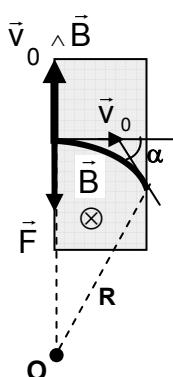
L'électron dans le domaine où existe le champ magnétique (zone colorée) décrit **une trajectoire circulaire** (ou un arc de cercle).

Les caractéristiques du mouvement

Toute particule de charge q , animée d'un mouvement de vitesse \vec{v} dans un champ magnétique \vec{B} , subit une force magnétique appelée force de Lorentz, telle que : $\vec{F} = q \times \vec{v}_0 \wedge \vec{B}$. La particule dans le cas présent est l'électron de charge $q = -e$, on a donc : $\vec{F} = -e \times \vec{v}_0 \wedge \vec{B}$.

Cette force est la seule qui agit sur l'électron, le poids de l'électron étant négligeable.

D'après le principe fondamental de la Dynamique, l'électron, de masse m , est en mouvement d'accélération \vec{y} telle que : $\vec{F} = m\vec{y}$.



$\vec{F} = -e \times \vec{v}_0 \wedge \vec{B} \Leftrightarrow \vec{F} \perp (\vec{v}_0, \vec{B})$ c'est-à-dire $\vec{F} \perp \vec{v}_0$ on en déduit que \vec{F} est une force centripète et le **mouvement de l'électron est circulaire uniforme**.

L'intensité de la force \vec{F} est telle que $F = m \frac{v_0^2}{R}$ avec R le rayon de courbure de la trajectoire circulaire de l'électron. On sait que : $\vec{F} = -e \times \vec{v}_0 \wedge \vec{B}$, son intensité F est telle que $F = ev_0 \times B \sin(\vec{v}_0, \vec{B})$.

Or $\vec{v}_0 \perp \vec{B} \Leftrightarrow F = ev_0 \times B$. **On en déduit une caractéristique du mouvement qui est le rayon R de la trajectoire** $R = \frac{mv_0}{eB}$.

Une autre caractéristique du mouvement circulaire est sa période T ou sa fréquence N inverse de la période.

On a $F = m\omega^2 R$ avec ω la pulsation du mouvement et $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

Sachant que $F = m\omega^2 R = ev_0 \times B$ et $R = \frac{mv_0}{eB}$ on trouve $T = \frac{2\pi m}{eB}$.

2) Variation de la trajectoire quand l'induction \vec{B} croît, \vec{v}_0 restant fixe et inversement ?

Le rayon du cercle diminue quand l'induction \vec{B} croît en intensité, l'intensité de la vitesse restant constante, inversement l'intensité du champ restant constante, le rayon augmente avec l'augmentation de l'intensité de la vitesse \vec{v}_0 .

Le mouvement si \vec{v}_0 et \vec{B} colinéaires

\vec{v}_0 et \vec{B} colinéaires ($\vec{v}_0, \vec{B} = 0 \Leftrightarrow F = eBv_0 \sin(\vec{v}_0, \vec{B}) = 0$) : le mouvement de l'électron reste rectiligne uniforme de vitesse constante v_0 .

II – Chimie

Définition de la vitesse d'apparition, de disparition d'une substance

On appelle **vitesse d'apparition** (ou de **disparition**) d'une substance lors d'une transformation chimique la variation de la concentration de la substance par rapport au temps. Cette variation est négative si la substance disparaît (la substance est un réactif) et positive si la substance se forme au cours de la réaction (la substance est un produit de la réaction). Les vitesses de disparition d'un réactif et d'apparition d'un produit ont pour expressions : $v_{\text{réactif}} = -\frac{d[\text{réactif}]}{dt}$ et $v_{\text{produit}} = \frac{d[\text{produit}]}{dt}$ [réactif] et [produit] étant

les concentrations du réactif et du produit.

Les facteurs pouvant influer sur cette vitesse

Les facteurs influençant la vitesse de réaction sont : la température, les concentrations des réactifs et les catalyseurs.

B – Exercices

I – Physique

1) a) *L'énergie mécanique E du système*

La masse m est maintenue immobile à la hauteur $h = 3m$ du sol, sa vitesse est nulle et son énergie mécanique est égale à la variation de son énergie potentielle :

$$E = E_p(h) - E_p(0) \text{ avec } E_p(h) = mgh \text{ et } E_p(0) = 0. \text{ On a } E = 30m \text{ J.}$$

b) *L'énergie cinétique et la vitesse acquise*

La masse est à la distance $h' = 1m$ du sol, son énergie potentielle E'_p est maintenant $E'_p = mgh'$. L'énergie mécanique de la masse m est, E_c étant son énergie cinétique à la hauteur h' ;

on a $E_c = \frac{1}{2} mv^2$, v étant la vitesse acquise lors de la chute de la masse de la hauteur $h = 3m$ à $h' = 1m$. De la relation $E = E'_p + E_c$ on tire $E_c = E - E'_p = mg(h - h')$.

$$\text{De } E_c = \frac{1}{2} mv^2 \text{ on tire } v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} \text{ ou encore } v = \sqrt{2g(h - h')}.$$

Application numérique : $h = 3m$, $h' = 1m$ et $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ $v = \sqrt{40}$ d'où $v = 6,32 \text{ m/s}$.

2) *Les énergies cinétique E_c et potentielle E_p et de leurs dérivées en fonction de k, m, v et a.*

Un pendule élastique de masse m et de raideur k constitue un oscillateur harmonique : le mouvement de la masse m est sinusoïdal d'équation :

$x = x_m \cos(\omega t + \phi)$ avec x_m l'amplitude du mouvement, ω la pulsation et ϕ la phase à l'origine des temps.

La vitesse de la masse m en fonction du temps est $v = x' = \frac{dx}{dt} = -x_m \omega \sin(\omega t + \phi)$.

Son accélération a est : $a = v' = \frac{dv}{dt} = x_m \omega^2 \cos(\omega t + \phi)$.

Le pendule élastique est formé par la masse pesante m, liée à un ressort. Elle possède une :

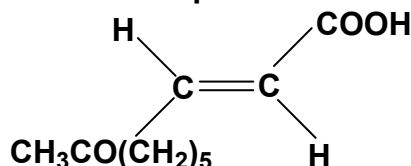
- énergie potentielle de pesanteur $E_p = \frac{1}{2} kx^2$
- énergie cinétique du fait du mouvement rectiligne $E_c = \frac{1}{2} mv^2$

En dérivant ces expressions par rapport au temps il vient que : $\frac{dE_p}{dt} = kx \frac{dx}{dt} = kxx'$ et

$\frac{dE_c}{dt} = mvv'$. On a finalement $\frac{dE_p}{dt} = kxv$ et $\frac{dE_c}{dt} = mva$.

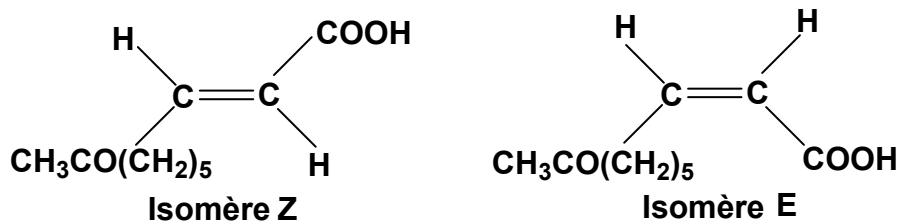
II – Chimie

1) a) Nommer cette substance et donner la représentation spatiale autour de la double liaison
Le composé est l'**acide ène-2 one-9 décanoïque ou acide oxo-9 décène-2 oïque**.



b) La molécule présente-t-elle des stéréoisomères isolables ? Si oui, en donner la représentation et préciser la nature de la stéréoisomérie

La molécule présente des isomères isolables la double liaison étant rigide.



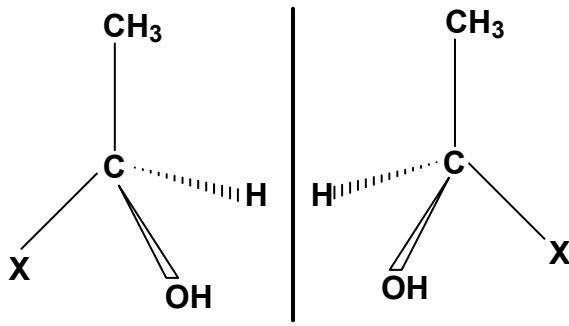
Il s'agit d'isomérie géométrique et les isomères obtenus sont des diastéréoisomères.

2) a) La formule semi-développée de l'alcool

CH₃ – CHOH – (CH₂)₅ - CH = CH – COOH (alcool secondaire)

b) L'alcool obtenu est-il unique ? Justification de l'existence de deux isomères. Représentation conventionnelle nature de l'isomérie.

On obtient deux alcools isomères l'un de l'autre. En effet l'alcool obtenu, possède dans sa molécule un carbone asymétrique (le carbone portant la fonction alcool), il existe alors sous la forme de deux énantiomères (isomères optiques).



C – Problème

Partie I

1) Quelle est la nature de chaque dipôle ?

Le dipôle A est traversé par un courant d'intensité $I_A = 5 \text{ A}$ quand on lui applique une tension continue $U_A = 6 \text{ V}$: le conducteur n'est pas un condensateur ; il est soit un conducteur ohmique ou une bobine de résistance $R_A = U_A/I_A = 1,2 \Omega$.

Le dipôle A est traversé par un courant d'intensité efficace $I_1 = 5 \text{ A}$ quand il est traversé par une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace $U_1 = 6 \text{ V}$ et de fréquence 50 Hz. Son impédance $Z_1 = U_1/I_1 = 1,2 \Omega = R_A$: **le dipôle A est un conducteur ohmique de résistance $R_A = 1,2 \Omega$.**

Le dipôle B est traversé par un courant d'intensité $I_B = 5,3 \text{ A}$ quand on lui applique une tension continue de $U_B = 6 \text{ V}$; comme précédemment le dipôle B est un conducteur ohmique ou une bobine de résistance $R_B = U_B/I_B = 1,13 \Omega$.

Quand on applique une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace $U_2 = 6 \text{ V}$ et de fréquence 50Hz, B est parcouru par un courant d'intensité efficace $I_2 = 3 \text{ A}$: son impédance est $Z_2 = U_2/I_2 \Leftrightarrow Z = 2\Omega > R_B$.

Sachant que pour une bobine ou inductance avec résistance, l'impédance est $Z_B = \sqrt{R_B + L^2\omega^2}$ on conclut que **le dipôle B est une bobine de résistance $R_B = 1,3\Omega$ d'inductance $L = 5,26 \cdot 10^{-3} \text{ H}$.**

Le dipôle C n'est pas traversé par un courant continu : **le dipôle C est un condensateur**. Il est parcouru par un courant d'intensité efficace $I_3 = 0,01 \text{ A}$ quand on lui applique une tension sinusoïdale de valeur efficace $U_3 = 6 \text{ V}$ et de fréquence 50 Hz ; son impédance est $Z_C = U_3/I_3 \Leftrightarrow$

$$Z_C = 600\Omega \text{ et sa capacité est } C \text{ telle que : } C = \frac{1}{Z_C \omega} = 5,31 \cdot 10^{-6} \text{ F}.$$

2) Quelles sont les caractéristiques de chaque dipôle ?

Dipôle A : **La résistance du dipôle est : $R_A = U_A/I_A = 1,2 \Omega$.**

Dipôle B : **La résistance du dipôle est $R_B = U_B/I_B = 1,13\Omega$, son impédance est $Z_B = U_2/I_2$ c'est-à-dire $Z_B = 2 \Omega$.**

Dipôle C : **Son impédance est $Z_C = U_3/I_3 = 600\Omega$, sa capacité est : $C = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ F}$.**

3) Le déphasage entre l'intensité et la tension.

Le déphasage ϕ entre l'intensité et la tension pour un circuit en courant alternatif est tel que : $\cos\phi = \frac{R}{Z}$. Pour le circuit A, $Z_1 = R_A$ et $\phi_A = 0$.

Pour le circuit B, $Z_2 = 2\Omega$ et $R_2 = 1,13\Omega$; $\cos\phi_B = 1,13/2 = 0,565 \Leftrightarrow \phi_B = 0,97 \text{ rad } (\phi_B = 56^\circ)$.

Pour le circuit C, $Z_3 = 600\Omega$ et $R_3 = 0\Omega \Leftrightarrow \phi_C = \pi/2 \text{ rad}$.

4) L'intensité et le déphasage. L'ordre des dipôles influe-t-il sur les résultats ?

On a un circuit $R = (R_A + R_2)$, L, C série, parcouru par le courant I sous la tension efficace $U = 30V$. L'intensité efficace I et le déphasage ϕ sont tels que : $I = \frac{U}{Z}$ et $\cos\phi = \frac{R}{Z}$; Z est l'impédance du circuit (R, L, C) série. On a $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

Application numérique : $R = 3,13\Omega$, $L\omega = 5,26 \cdot 10^{-3} \cdot 100\pi = 1,65\Omega$, $\frac{1}{C\omega} = 600\Omega$, $Z = 598,35 \Leftrightarrow Z \approx 598\Omega$.

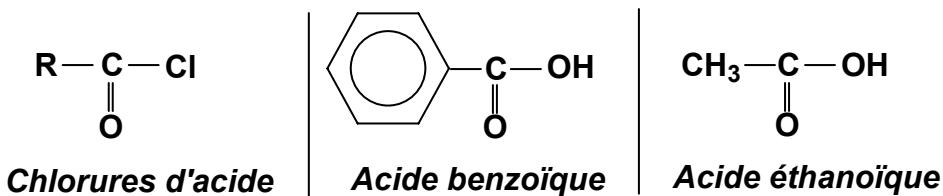
On a $I = U/Z = 30/598 \approx 30/600 \Rightarrow I = 5 \cdot 10^{-2} A$.

Le déphasage ϕ est tel que $\tan\phi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R + r} = \frac{1,65 - 600}{410} \Rightarrow \phi = -1,56 \text{ rad ou } \phi = -89,7^\circ$.

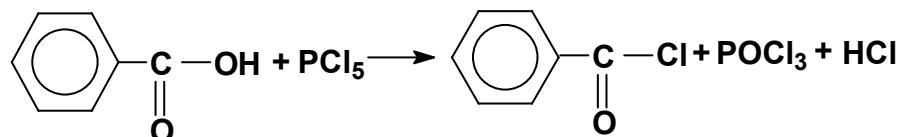
L'ordre n'a aucune influence sur les résultats.

Partie II

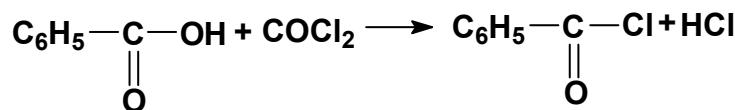
1) Écrire la formule générale d'un chlorure d'acyle et en déduire celles des acides éthanoïque et benzoïque



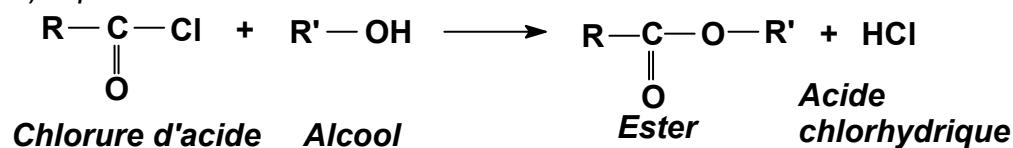
2) Écrire l'équation bilan de la réaction



3) Action du phosgène sur le benzène



4) Équation bilan d'un alcool sur un chlorure d'acide



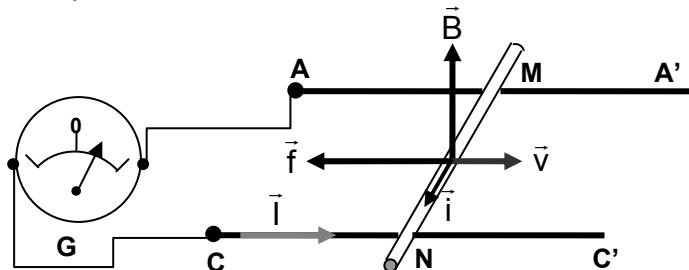
Cette réaction est **totale** et **rapide** alors que celle d'un alcool sur un acide est **lente**, réversible donc **limitée** (réaction d'estéification).

A - Questions de cours

I - Physique

Mise en évidence du phénomène de courant induit

Description et schéma du dispositif



On dispose d'un système de rails AA' et CC', placé horizontalement, d'une barre métallique légère MN pouvant glisser sans frottement sur ces rails, d'un champ d'induction magnétique uniforme \vec{B} de direction verticale, d'un galvanomètre G à zéro central très sensible et dont les bornes sont reliées aux extrémités A et C des rails par des fils de connexion. L'ensemble AMNC forme un circuit fermé (voir figure ci-dessus).

Manipulations

On fait déplacer la barre MN parallèlement à elle-même dans le champ \vec{B} .

Constatation

L'aiguille du galvanomètre dévie tant que la barre est en mouvement dans le champ \vec{B} .

Conclusion

La déviation de l'aiguille indique le passage d'un courant dans le circuit. Ce courant est appelé courant induit. **Ce phénomène ayant entraîné l'apparition du courant dans le circuit AMNC est appelé phénomène d'induction électromagnétique.**

Pour observer le phénomène d'induction électromagnétique il est indispensable de disposer :

- d'un circuit électrique dans lequel apparaît le phénomène (ce circuit est l'induit)
- d'un champ magnétique pour produire le phénomène (ce champ est le champ inducteur et le dispositif qui le produit est l'inducteur).

Le phénomène d'induction électromagnétique apparaît chaque fois qu'un circuit électrique est soumis de façon variable à l'action d'un champ magnétique.

Énoncer de la loi de Lenz.

Le courant induit a un sens tel que ses effets magnétiques tentent de s'opposer à la cause de ce courant.

Cette loi est-elle vérifiée dans votre expérience ?

En effet la cause du courant est le déplacement de la barre MN dans un sens (sens de la vitesse \vec{v} de déplacement) et selon la loi de Lenz les effets magnétiques du courant s'opposent à ce déplacement. On sait que lorsqu'un courant i (ici le courant induit) est soumis à l'action d'un champ magnétique \vec{B} il s'exerce sur ce courant une force \vec{f} appelé force de Lorentz telle que $\vec{f} = \vec{B} \wedge \vec{i}l$. Sachant que $i = \frac{q}{t}$ (q étant la charge des porteurs de charge et t le temps) et

$$\vec{v} = \frac{\vec{l}}{t} \text{ il vient } \vec{f} = q\vec{v} \wedge \vec{B} \Leftrightarrow \vec{f} \perp (\vec{v}, \vec{B}) : \text{Le vecteur } \vec{B} \text{ est vertical ascendant, le vecteur } \vec{v} \text{ est horizontal le vecteur } \vec{f} \text{ a la direction du vecteur } \vec{v}. \text{ Son sens est tel que le bonhomme d'Ampère couché sur le conducteur MN, le courant lui entrant par les pieds et lui sortant par la tête il regarde le champ } \vec{B} \text{ fuir devant, son bras gauche tendu indique le sens de } \vec{f}.$$

Les vecteurs \vec{f} et \vec{v} sont colinéaires de sens opposés : la force \vec{f} s'oppose au mouvement de la barre MN.

I – Chimie

- Faux : le radical R peut contenir un carbone asymétrique.
- Faux : le propan-2 ol de formule : $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$ ne possède pas de carbone asymétrique.
- Vrai : l'hydratation du but-2 ène conduit au but-2 ol de formule : $\text{CH}_3 - \overset{*}{\text{C}}\text{HOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ dont la molécule contient un carbone asymétrique (le carbone 2).
- Vrai : les molécules des composés chiraux possèdent au moins un carbone asymétrique et par conséquent présentent des énantiomères.
- Faux : le glycérol de formule $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$ est un triol.

B - Exercices

I – Physique

1°) *La pulsation ω*

La pulsation est telle que $\omega = 2\pi F_1$ avec $F_1 = 4800,9555\text{Hz}$ la fréquence du courant sinusoïdal.

Application numérique : $F_1 = 4800,9555\text{Hz}$; $\omega = 3,14$ on trouve $\omega = 30190 \text{ rad/s}$.

Les valeurs de la capacité C qui produisent un déphasage de $\pi/4$

Le déphasage courant - tension (pour un circuit (R, L, C) série est tel que $\text{tg}\phi = \frac{1}{L\omega - \frac{1}{C\omega}}$. On en déduit $\frac{1}{C\omega} = L\omega - R\text{tg}\phi$ et $C = \frac{1}{L\omega^2 - R\omega\text{tg}\phi}$.

Comme $\phi = \pm \frac{\pi}{4}$ et $\text{tg}\phi = \pm 1$ on trouve les deux expressions suivantes pour la capacité :

$$C_1 = \frac{1}{L\omega^2 - R\omega} \text{ et } C_2 = \frac{1}{L\omega^2 + R\omega}$$

Application numérique : $R = 6\Omega$; $L = 2,0 \cdot 10^{-3}\text{H}$; $\omega = 30190 \text{ rad/s}$ on trouve $C_1 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ et $C_2 = 0,611 \mu\text{F}$.

2) Les intensités efficaces dans les deux et dans chaque cas pris séparément

L'intensité efficace dans les deux cas a pour expression $I = U/Z$, avec U la tension efficace aux bornes du circuit (R, L, C) série et Z l'impédance du circuit.

Le facteur de puissance du circuit est $\cos\phi = R/Z$, ce qui implique que :

$Z = \frac{R}{\cos\phi}$. En portant cette expression de Z dans celle de I, il vient $I = \frac{U \cos\phi}{R}$.

Application numérique : $U = 0,2\text{V}$; $\phi = \pi/4$ ($\cos\phi = \frac{\sqrt{2}}{2}$) ; $R = 6\Omega$ on trouve $I = 23,6 \text{ mA}$.

Les intensités I_1 et I_2 correspondant respectivement aux valeurs C_1 et C_2 de la capacité sont :

$$I_1 = \frac{U \cos\phi_1}{R} \text{ et } I_2 = \frac{U \cos\phi_2}{R}$$

On a $\phi_1 = +\pi/4 \text{ rad}$ et $\phi_2 = -\pi/4 \text{ rad}$ et $I_1 = I_2 = I = 23,6 \text{ mA}$.

II – Chimie

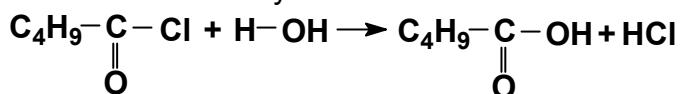
a) *La masse molaire M du corps et sa formule brute*

On peut encore écrire la formule du chlorure d'acyle sous la forme $C_nH_{2n+1}-COCl$ avec n entier. Soient M_{Cl} la masse molaire atomique du chlore, $Cl\%$ le pourcentage de chlore, M la masse molaire du chlorure d'acyle on a $\frac{M_{Cl}}{C\%} = \frac{M}{100}$. On en déduit $M = \frac{100 \times M_{Cl}}{C\%}$ et $M = 120,5$ g.mol⁻¹ sachant que $M_{Cl} = 35,5$ g.mol⁻¹ et $Cl\% = 29,46$.

Par ailleurs on a $M = 14n + 12 + 16 + 35,5 = 120,5 \Rightarrow n = \frac{56}{14}$ et $n = 4$.

La formule brute du chlorure d'acyle est C_5H_9OCl .

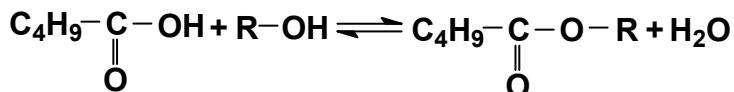
b) *L'équation bilan de la réaction, le nom de A, sa masse molaire M_A et sa fonction chimique*
La réaction d'hydratation d'un chlorure d'acyle conduit à la formation d'un acide carboxylique.



(A) = C_4H_9COOH est un acide carboxylique (acide pentanoïque).

Sa masse molaire $M_A = 102$ g.mol⁻¹.

c) *L'équation bilan de la réaction, identification des corps B et C et celui qui contient un carbone asymétrique*



(B) = $R-OH$ est un alcool, (C) = C_4H_9COOR est un ester de masse molaire $M(C) = 159$ g.mol⁻¹.

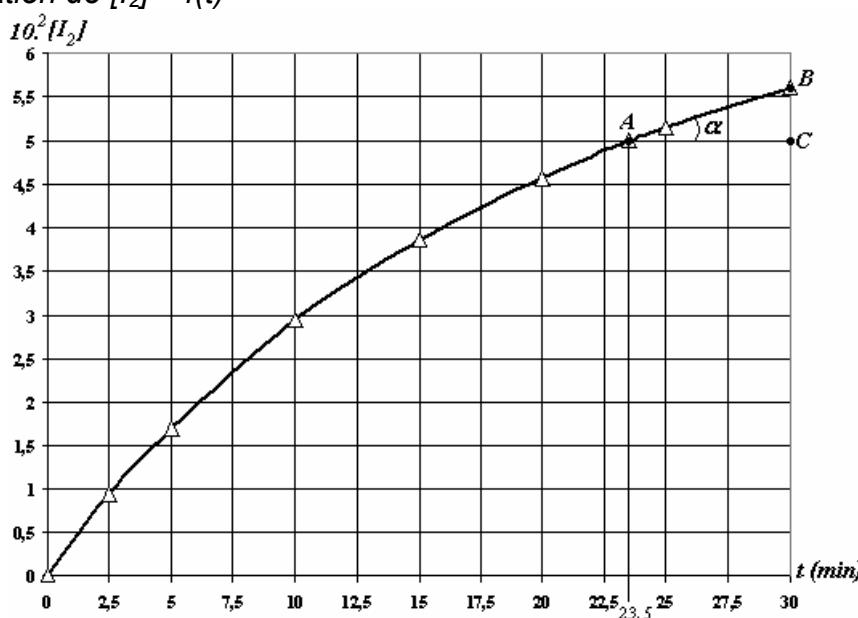
Comme précédemment on pose $R = C_{n'}H_{2n'+1}$ et $n' = 4$.

(B) = C_4H_9OH : butanol, (C) = $C_4H_9COOC_4H_9$

Le butan-2 ol : $CH_3 - \overset{*}{C}HOH - CH_2 - CH_3$ contient un carbone asymétrique.

C - Problème

I – 1) *Représentation de $[I_2] = f(t)$*



2) Calculer les concentrations molaires en ions iodure et peroxydisulfate du mélange initial

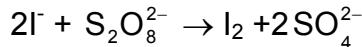
Soient $[I^-]_0$ et $[S_2O_8^{2-}]_0$ les concentrations initiales du mélange initial, $c(I^-)_0$ et $c(S_2O_8^{2-})_0$ les concentrations des solutions d'ions iodure et de peroxydisulfate de départ, $V(I^-)$, $V(S_2O_8^{2-})$ et V les volumes d'ions iodure, peroxydisulfate de départ et de mélange initial. On a :

$$[I^-]_0 = \frac{c(I^-)_0 \times V(I^-)}{V} \text{ et } [S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{c(S_2O_8^{2-})_0 \times V(S_2O_8^{2-})}{V}.$$

Application numérique : $c(I^-)_0 = 4.10^{-1}\text{mol.L}^{-1}$, $c(S_2O_8^{2-})_0 = 2.10^{-1}\text{mol.L}^{-1}$, $V(I^-) = V(S_2O_8^{2-}) = 0,5\text{L}$, $V = V(I^-) + V(S_2O_8^{2-}) = 1\text{L}$

On trouve $[I^-]_0 = 0,2\text{mol.L}^{-1}$ et $[S_2O_8^{2-}]_0 = 0,1\text{mol.L}^{-1}$.

Le temps $t_{1/2}$ de demi-réaction



Le temps $t_{1/2}$ de demi-réaction est celui au cours duquel la moitié de la concentration d'ions iodure a disparu, c'est-à-dire à $t = t_{1/2}$ on a $[I^-] = \frac{[I^-]_0}{2}$. Le temps $t_{1/2}$ serait celui lu sur la courbe

$[I^-] = f(t)$ au point d'ordonnée $\frac{[I^-]_0}{2}$. La courbe disponible étant celle de $[I_2] = f(t)$ il faut alors trouver l'ordonnée du point $[I_2]_{t_{1/2}}$ correspondant à $\frac{[I^-]_0}{2}$.

La relation stœchiométrique donne à tout instant pour les nombres de moles les proportions suivantes : $\frac{n_{I^-}}{2} = \frac{n_{S_2O_8^{2-}}}{1} = \frac{n_{I_2}}{1} = \frac{n_{SO_4^{2-}}}{2}$.

Sachant que d'autre part le nombre de moles n d'un composé présent dans un mélange de volume V est : $n = cV$, c étant la concentration du composé.

On en déduit à tout instant $\frac{[I^-]_0}{2} = [I_2] \Rightarrow$ à $t = t_{1/2}$ on a :

$[I_2]_{t_{1/2}} = \frac{[I^-]_0}{4} = 0,05\text{mol.L}^{-1}$ et le temps $t_{1/2}$ correspondant sur la courbe est $t_{1/2} = 23,5 \text{ min.}$

3) La vitesse de disparition $v_{I^-}(t_{1/2})$ des ions iodures

La vitesse de disparition des ions iodures v_{I^-} est $v_{I^-} = -\frac{d[I^-]}{dt}$.

On a $[I^-] = 2[I_2] \Rightarrow v_{I^-} = -2 \times \frac{d[I_2]}{dt} = -2 \times v_{I_2}$. A partir de la courbe, la vitesse v_{I_2} est égale à la tangente de l'angle α d'inclinaison de la tangente à la courbe au point $t_{1/2}$ et en constatant que la tangente à la courbe en ce point est confondu avec le segment AB de la courbe on en déduit que :

$$v_{I_2} = \operatorname{tg}\alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{(5,6 - 5) \times 10^{-2}}{30 - 23,5} = 0,09 \times 10^{-2} \approx 10^{-3}$$

et $v_{I^-} = 2 \cdot 10^{-3}\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

4) Expliquer les avantages de ce mode opératoire.

Le mode opératoire consistant à refroidir rapidement et vigoureusement le prélèvement (on dit qu'on a «figé» la réaction) a pour but de diminuer la vitesse de réaction du

prélèvement de telle sorte à pouvoir la considérer comme pratiquement nulle. Les résultats quantitatifs obtenus en fin de dosage peuvent être considérés comme les quantités lors du prélèvement.

II - 1°) La nature des dipôles et la justification des réponses

Dipôles entre N et P	Observations	Nature du dipôle	Justification
(1)	Un courant circule dès la fermeture de K puis son intensité décroît pour ensuite s'annuler.	Dipôle condensateur de capacité C	Un tel dipôle en régime continu, n'est plus le siège d'un courant une fois le condensateur chargé
(2)	Un courant circule dès la fermeture de K et son intensité reste constante ($I = 1\text{mA}$).	Dipôle résistor de résistance R	Le courant continu circule permanent dans une résistance
(3)	Un courant s'établit mais avec un léger retard à la fermeture de K.	Dipôle solénoïde d'inductance pure L	Un solénoïde, de part le flux propre qu'elle s'envoie à travers elle-même a tendance à «étouffer» le courant

La valeur de la résistance R

La loi d'Ohm appliquée à un circuit constitué des résistances r_p et R en série, soumises à la tension U_{PN} et traversées par un courant I s'écrit :

$$U_{PN} = (R + r_p)I.$$

$$\text{On en déduit : } R = \frac{U_{PN}}{I} - r_p.$$

$$\text{Application numérique : } r_p = 90\Omega ; U_{NP} = 10V \text{ et } I = 10^{-3}\text{A} \Rightarrow R = 10\Omega.$$

2°) a) La formule de l'inductance L_1 , du solénoïde B_1 en fonction de R_1 , L_1 et sa valeur

Le flux propre à travers un solénoïde lorsque ce dernier est parcouru par un courant variable d'intensité I_1 est $\phi = L_1 I_1$, d'une part et $\phi = N_1 B_1 S_1$, d'autre part ; B_1 étant le champ créé par le courant i et S_1 la section de la spire. Le champ créé par un courant I_1 à l'intérieur d'un solénoïde

$$\text{a pour expression } B_1 = 4\pi 10^{-7} N_1 \frac{I_1}{l_1}.$$

$$\text{Sachant que la section du solénoïde est circulaire : } S_1 = \pi R_1^2.$$

En remplaçant B_1 et S_1 par leurs expressions il vient :

$$\phi = 4\pi^2 \times 10^{-7} N_1^2 \frac{l_1}{R_1^2} \times R_1^2 = L_1 I_1 \Rightarrow L_1 = 4\pi^2 \times 10^{-7} \times N_1^2 \times R_1^2 \times \frac{1}{l_1}.$$

$$\text{Application numérique : } R_1 = 10^{-1}\text{m}, N_1 = 500, l_1 = 1\text{ m et } \pi^2 = 10 ; \text{ on obtient } L_1 = 197,19 \cdot 10^{-7} \text{ c'est-à-dire } L_1 \approx 10^{-2}\text{H}.$$

b) La f.e.m. e_1 d'auto-induction produite dans la bobine B_1

La f.e.m. d'auto-induction e_1 aux bornes de la bobine B_1 est $e_1 = -L_1 \frac{di}{dt}$; $\frac{di}{dt}$ étant la variation du courant pendant le temps dt.

Les résultats sont ceux dans le tableau ci-dessous :

$i_1 = 2 \text{ A}$	$i_2 = 5t + 2$	$i_3 = 2\sqrt{2} \sin 100\pi t$
$\frac{di_1}{dt} = 0$	$\frac{di_2}{dt} = 5$	$\frac{di_3}{dt} = 2 \cdot 10^2 \pi \sqrt{2} \cos \pi t$
$e_1 = 0 \text{ V}$	$e_1 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ V}$	$e_1 = 2\pi\sqrt{2} \cos 100\pi t$

3) a) Le flux $\phi_{2/1}$ envoyé à travers la bobine B_2 par la bobine B_1

La bobine B_1 étant parcourue par le courant $I_1 = 2\text{A}$, le champ créé à l'intérieur de la bobine B_1 a pour intensité :

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} N_1 \frac{I_1}{l_1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \times 5 \cdot 10^2 \times 2 = 125,6 \cdot 10^{-5} \text{T}.$$

Le flux $\phi_{2/1}$ envoyé à travers la bobine B_2 par la bobine B_1 est :

$$\phi_{2/1} = N_2 B_1 S_2.$$

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} N_1 \frac{I_1}{l_1} \text{ et } S_2 = \pi R_2^2 \text{ on a } \phi_{2/1} = 4\pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N_1}{l_1} \cdot N_2 \cdot R_2^2 \cdot I_1$$

Application numérique : $N_2 = 10^2$ spires, $B_1 = 125,6 \cdot 10^{-5} \text{T}$ et $S_2 = \pi R_2^2 = 3,14 \times 10^{-4} \text{m}^2$.

On trouve $\phi_{2/1} = 394,384 \cdot 10^{-7}$ ou $\phi_{2/1} = 3,94 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \phi_{2/1} \approx 4 \cdot 10^{-5} \text{Wb}$.

b) La f.e.m. e_2 induite dans B_2

La f.e.m. induite e_2 dans B_2 est telle que :

$$e_2 = - \frac{d\phi_{2/1}}{dt} = - \frac{4\pi^2 \times 10^{-7} \times N_1 \times N_2 \times R_2^2}{l_1} \times \frac{dI}{dt}.$$

Application numérique : $N_1 = 5 \cdot 10^2$, $N_2 = 10^2$, $R_2 = 10^{-1} \text{m}$ et $\pi^2 = 10 \Rightarrow e_2 = -2 \cdot 10^{-3} \frac{dI}{dt}$.

On aura successivement :

$$e_2 = -2 \cdot 10^{-3} \frac{di_2}{dt} \text{ et } e_2 = -2 \cdot 10^{-3} \frac{di_3}{dt}$$

$i_2 = 5t + 2 \Rightarrow \frac{di_2}{dt} = 5 \text{ A.s}^{-1}$	$i_3 = 2\sqrt{2} \sin 100\pi t \Rightarrow$ $\frac{di_3}{dt} = 200\pi\sqrt{2} \cos 100\pi t$
$e_2 = -2 \cdot 10^{-3} \frac{di_2}{dt}$ et $e_2 = -10^{-2} \text{V}$	$e_2 = -2 \cdot 10^{-3} \frac{di_3}{dt}$ et $e_2 = -8,88 \cdot 10^{-1} \cos 100\pi t (\text{V})$

d) La résistance R de la bobine B_2

La résistance R de la bobine B_2 , de longueur l_2 , de section s_2 est celle du fil conducteur qui la constitue et dont la longueur est L_2 , la section s_2 de rayon r_2 et de résistivité ρ . La résistance

d'un tel fil est $R = \rho \frac{L_2}{s_2} \Rightarrow L_2 = ?$ et $s_2 = ?$

Calcul de L_2 et s_2

La longueur du fil pour une spire est égale au périmètre p de la spire : $p = 2\pi r_2 \Rightarrow$ la longueur $L_2 = N_2 \times p = 2\pi N_2 r_2$.

La longueur de la bobine B_2 est l_2 ; cette longueur est alors $l_2 = N_2 d_2 = 2N_2 r_2$ (avec d_2 le diamètre du fil) $\Rightarrow r_2 = \frac{l_2}{2N_2}$ on trouve $L_2 = \pi l_2$ et comme $s_2 = \pi r_2^2$ on a $s_2 = \pi^2 \frac{l_2^2}{4N_2^2}$.

$$\text{Il vient } R = \rho \times \frac{2 \times \pi \times N_2 \times l_2 \times 4 \times N_2^2}{2 \times N_2 \times \pi^2 \times l_2^2} \Leftrightarrow R = \rho \frac{4 \times N_2^2}{\pi \times l_2}.$$

Application numérique : $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, $N_2 = 100$ et $l_2 = 10^{-1} \text{m} \Rightarrow R = 2,04 \cdot 10^{-3} \Omega$.

CORRIGE : **Baccalauréat malien : SESSION DE JUILLET 2000**
Séries : SE, MTGC, MTI

A - Questions de cours

I – Physique

Les ondes électromagnétiques : définition, propriétés et applications

Définition d'une onde électromagnétique

On appelle **onde électromagnétique** un ensemble de deux vecteurs champs, électrique \vec{E} et magnétique \vec{B} se propageant dans l'espace à une vitesse \vec{V} constante dans un milieu homogène isotrope, tels que :

- Les mesures algébriques de \vec{E} et de \vec{B} sont des fonctions sinusoïdales
- Les deux vecteurs champs sont perpendiculaires entre eux et perpendiculaires à la direction de propagation de l'onde en tout point
- Les deux champs s'annulent en même temps
- Le trièdre $(\vec{E}, \vec{B}, \vec{V})$ est direct

Propriétés générales des ondes électromagnétiques

- Dans un milieu « transparent » homogène, isotrope les ondes électromagnétiques se propagent à vitesse constante
- Les ondes électromagnétiques obéissent aux lois générales de l'optique : réflexion, réfraction, diffraction, polarisation, interférences, formation d'ondes stationnaires.

Applications des ondes électromagnétiques

Les ondes électromagnétiques sont utilisées en télécommunication (radiodiffusion, télévision, radar, radiotéléphonie).

II – Chimie

1. L'influence d'une variation de température



Une élévation de température favorise la réaction 2 (réaction endothermique).

Une diminution de température favorise la réaction 1 (réaction exothermique).

L'influence d'une variation de pression

Une élévation de pression favorise la réaction 1 (diminution de volume).

Une diminution de pression favorise la réaction 2 (augmentation de volume).

2. Énoncer les lois correspondantes

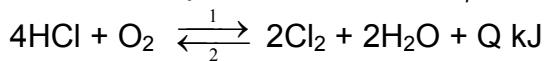
- *Loi de Vant' Hoff relative à la température*

A pression constante, toute augmentation de la température déplace l'équilibre dans le sens de la réaction endothermique, et inversement, toute diminution de température déplace l'équilibre dans le sens de la réaction exothermique.

- *Loi de Le Chatelier relative à la pression*

A température constante, une augmentation de pression déplace l'équilibre dans le sens d'une diminution du nombre de moles gazeuses et inversement, une diminution de pression le déplace dans le sens d'une augmentation du nombre de moles gazeuses.

3. Donner pour cette équation bilan les expressions de k_c et k_p .



k_c et k_p sont respectivement les constantes d'équilibre relatives aux concentrations et aux pressions. Les expressions de ces constantes sont les suivantes :

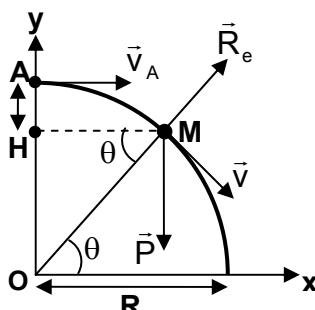
$$k_c = \frac{[\text{Cl}_2]^2 \times [\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{HCl}]^4 \times [\text{O}_2]} \text{ et } k_p = \frac{P_{\text{Cl}_2}^2 \times P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{HCl}}^4 \times P_{\text{O}_2}} \text{ avec } [\text{Cl}_2], [\text{H}_2\text{O}], [\text{HCl}], [\text{O}_2] \text{ les concentrations molaires}$$

respectives du dichlore, de l'eau, de l'acide chlorhydrique et du dioxygène ; $P_{\text{Cl}_2}, P_{\text{H}_2\text{O}}, P_{\text{HCl}}, P_{\text{O}_2}$ les pressions partielles des gaz dichlore, eau (vapeur), gaz chlorhydrique et de dioxygène.

B - Exercices

I - Physique

1. Expression du module du vecteur vitesse v du point M en fonction de θ



Le système étudié est la masse m et la terre. Aucune force extérieure n'étant exercée sur ce système, il est isolé et il y'a conservation de son énergie mécanique : $\Delta E = 0$. En A l'énergie mécanique de la masse a pour expression :

$$E = \frac{1}{2} m V_A^2 + mg \overline{OA}$$

(V_A étant la vitesse instantanée de la masse en A et g l'accélération de la pesanteur).

En M la masse m quitte la sphère avec la vitesse \vec{V} dans la position $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM}) = 0$.

Son énergie mécanique a pour expression $E' = \frac{1}{2} m V^2 + mg \overline{OH}$.

$$\text{On a } \Delta E = E' - E = 0 \text{ c'est-à-dire } \frac{1}{2} m V^2 + mg \overline{OH} - \frac{1}{2} m V_A^2 - mg \overline{OA} = 0$$

$\Rightarrow V^2 - V_A^2 = 2g(\overline{OA} - \overline{OH})$. On a $V_A = 0$ par hypothèse, $\overline{OA} = R$ et $\overline{OH} = R \sin \theta$ (dans le triangle rectangle OHM en H).

Il vient $V^2 = 2g(R - R \sin \theta)$ ou $V = \sqrt{2gR(1 - \sin \theta)}$.

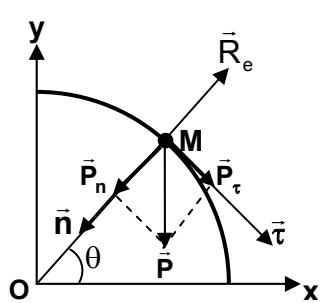
2. Le module de la réaction \vec{R}_e en fonction de l'angle θ

Le système considéré est la masse m en M.

Soit le repère de Frenet $(\vec{n}, \vec{\tau})$ d'origine M et d'axes \vec{n} de direction OM de sens contraire à \vec{R}_e et

$\vec{\tau}$ perpendiculaire à \vec{n} (tangent à la trajectoire en M). Les forces extérieures exercées sur la masse m sont la réaction \vec{R}_e de la trajectoire et le poids \vec{P} de la masse m.

L'application de la relation fondamentale de la dynamique à la masse m donne : $\vec{R}_e + \vec{P} = m\vec{a}$ avec \vec{a} l'accélération de la masse m.



Selon l'axe \vec{n} on a $\text{Proj} \vec{P} / \vec{n} = P_n = P \sin \theta$ (l'angle (\vec{P}, \vec{P}_n) = θ (angles à cotés respectivement perpendiculaires) et $\text{Proj} \vec{R}_e / \vec{n} = -R_e \Rightarrow$ selon

l'axe \vec{n} que $-R_e + P\sin\theta = ma_n$.

La trajectoire de la masse étant circulaire, son accélération a_n est telle que $a_n = \frac{v^2}{R}$ et que par

conséquent on a : $P\sin\theta - m\frac{v^2}{R}$. Sachant que $v^2 = 2gR(1 - \sin\theta)$ et $P = mg$ il vient :

$$R_e = mg[\sin\theta - \frac{2R}{R}(1 - \sin\theta)] \text{ et } R_e = mg(3\sin\theta - 2).$$

La valeur de l'angle θ lorsque le point matériel quitte la sphère

$$\text{Le point matériel quitte la sphère} \Rightarrow R_e = 0 \text{ c'est-à-dire } 3\sin\theta - 2 = 0 \text{ ou } \sin\theta = \frac{2}{3} \Leftrightarrow \theta = 0,73 \text{ rad } (\theta \approx 42^\circ).$$

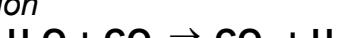
La valeur de la vitesse V lorsque le point matériel quitte la sphère

$$V = \sqrt{2gR(1 - \sin\theta)}.$$

Application numérique : $m = 10^{-2}\text{kg}$ et $R = 1\text{ m}$ on a $V = 2,58\text{m.s}^{-1}$.

II - Chimie

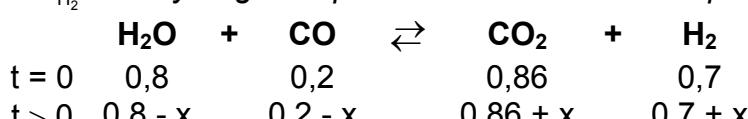
1. Écrire l'équation bilan de la réaction



Indiquer la température en degré Celsius et déduire les différentes phases présentes dans la réaction.

$T = 413\text{ K}$ étant la température absolue du milieu, la température t en degré celcius est telle que $T = t + 273$ d'où $t = 140^\circ\text{C}$. **Le système est gazeux.**

2. Le nombre de moles n_{H_2}' de dihydrogène après rétablissement de l'équilibre



Premier état d'équilibre : la composition du mélange, au premier état d'équilibre, est : $n_{\text{CO}_2} = 0,86\text{ mol}$, $n_{\text{H}_2} = 0,7\text{ mol}$, $n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,8\text{ mol}$ et $n_{\text{CO}} = 0,2\text{ mol}$.

Second état d'équilibre : l'ajout de 0,5 mol de dihydrogène rompt le premier état d'équilibre. La réaction s'effectue, selon la loi de modération, dans le sens de la formation du gaz carbonique et du dihydrogène.

La composition du mélange à tout instant est maintenant :

$n_{\text{CO}}' = (0,2 - x)\text{ mol}$, $n_{\text{H}_2\text{O}}' = (0,8 - x)\text{ mol}$, $n_{\text{CO}_2}' = (0,86 + x)\text{ mol}$ et $n_{\text{H}_2}' = 0,7 + x$; x étant le nombre de mole de dihydrogène formé.

La constante d'équilibre k_c de l'équilibre est telle que :

$$k_c = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}]}, [\text{CO}_2], [\text{H}_2], [\text{H}_2\text{O}] \text{ et } [\text{CO}] \text{ étant respectivement les concentrations des produits}$$

de la réaction : dioxyde de carbone et dihydrogène et des réactifs : eau et monoxyde de carbone à un instant t quelconque.

A l'atteinte du premier état d'équilibre on a $[\text{CO}_2] = 0,86\text{ mol.L}^{-1}$, $[\text{H}_2] = 0,7\text{ mol.L}^{-1}$, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,3\text{ mol.L}^{-1}$ et $[\text{CO}] = 0,2\text{ mol.L}^{-1}$, on en déduit que : $k_c = \frac{0,86 \times 0,7}{0,3 \times 0,2} = 10$.

A l'ajout de 0,5 mol d'eau, les concentrations deviennent :

$$[\text{CO}_2] = (0,8 - x), [\text{H}_2] = (0,7 - x), [\text{H}_2\text{O}] = (0,7 + x) \text{ et } [\text{CO}] = (0,86 + x).$$

$$\text{On a toujours } k_c = 10 = \frac{(0,86 + x)(0,7 + x)}{(0,8 - x)(0,2 - x)}.$$

On trouve $9x^2 - 11,56x + 0,998 = 0$ équation du second degré de discriminant $\Delta = 11,56^2 - 4 \times 9 \times 0,998 = 97,70$ et dont les racines sont :

$$x_1 = \frac{11,56 - 9,88}{18} = 0,093 \text{ et } x_2 = \frac{11,56 + 9,88}{18} = 1,19.$$

La solution $x_2 = 1,19$ étant supérieure à 0,8 valeur du nombre de mole initiale d'eau on retient $x_1 = 0,093$ mol. Le nombre de mole de dihydrogène est alors $n_{H_2} = 0,7 + x = 0,793$ mol.

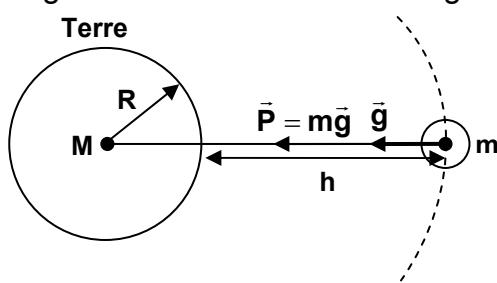
(La composition du mélange est maintenant :

$$n_{CO} = (0,2 - x) = 0,107 \text{ mol}, n_{H_2O} = (0,8 - x) = 0,707 \text{ mol}, n_{CO_2} = (0,86 + x) = 0,953 \text{ mol}$$

et $n_{H_2} = 0,793$ mol).

II - 1) a) Expression littérale de l'accélération g en fonction de g_0 , R et l'altitude h

Le satellite de masse m se trouve à la distance $(R + h)$ du centre de la Terre. Soit \vec{G}_h le champ de gravitation à la hauteur h et \vec{g} le champ de pesanteur à la même altitude on a $\vec{G}_h = \vec{g}$.



L'intensité G_h de \vec{G}_h est $G_h = K \frac{M}{r^2}$ où M est la masse de la Terre, $r = R + h$ (R le rayon de la Terre), K est la constante de gravitation universelle. On a alors le champ de pesanteur $g = K \frac{M}{(R+h)^2}$ ①.

Pour $h = 0$ on a le champ de pesanteur à la surface de la

Terre :

$$g_0 = K \frac{M}{R^2} \text{ ②. } ①/② \Rightarrow \frac{g}{g_0} = K \frac{M}{(R+h)^2} \times \frac{R^2}{KM} \Leftrightarrow g = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}.$$

Déduction de l'expression de v

L'accélération \vec{g} est centripète et s'écrit : $g = \frac{v^2}{R+h}$, v étant la vitesse de la masse.

$$\text{On a } g = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2} \Rightarrow \frac{v^2}{R+h} = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2} \Leftrightarrow v^2 = g_0 \times \frac{R^2}{R+h} \Leftrightarrow v = R \sqrt{\frac{g_0}{R+h}}$$

b) Calcul de la masse M de la Terre

$$g_0 = K \frac{M}{R^2} \Rightarrow M = \frac{g_0 R^2}{K}$$

Application numérique : $g_0 = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$, $R = 64 \cdot 10^5 \text{ m}$, $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ u.S.I.}$ on trouve

$$M = \frac{9,8 \times 64 \cdot 10^5}{6,67 \cdot 10^{-11}} \Rightarrow M = 6,02 \cdot 10^{24} \text{ kg.}$$

2) Vitesse du satellite

$$v = R \sqrt{\frac{g_0}{R+h}}.$$

Application numérique : $g_0 = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$, $R = 64 \cdot 10^5 \text{ m}$, $h = 16 \cdot 10^5 \text{ m}$ on trouve

$$v = 64 \cdot 10^5 \sqrt{\frac{9,8}{(64+16) \cdot 10^5}} \Leftrightarrow v = 7,08 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}.$$

3) Durée T d'une révolution

La durée T d'une révolution est telle que $2\pi(R + h) = vT \Leftrightarrow T = \frac{2\pi(R+h)}{v}$.

Application numérique : $R = 64 \cdot 10^5 \text{ m}$, $h = 16 \cdot 10^5 \text{ m}$, $v = 7,08 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$ on trouve $T = 7096 \text{ s}$ ou encore $T = 1 \text{h } 58\text{mn } 16\text{s}$

4°) Energies

- Energie cinétique E_c de la masse m : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.

Application numérique : $m = 3 \cdot 10^3 \text{ kg}$, $v = 7,08 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$ on a $E_c = 7,52 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

- Energie potentielle E_p de la masse m : $E_p = mgh \Rightarrow E_p = mh \frac{g_0 R^2}{(R+h)^2}$.

Application numérique : $g_0 = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$, $R = 64 \cdot 10^5 \text{ m}$, $h = 16 \cdot 10^5 \text{ m}$ on trouve $E_p = 3,01 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

5) Calcul de la distance r séparant les centres de la terre et du soleil

La période de révolution du satellite autour de la Terre est : $T = \frac{2\pi(R+h)}{v}$ avec $v = R \sqrt{\frac{g_0}{R+h}}$.

Il s'ensuit que $T = \frac{2\pi(R+h)\sqrt{R+h}}{R\sqrt{g_0}}$ et sachant que $g_0 = K \frac{M}{R^2}$ on trouve $T = \frac{2\pi(R+h)\sqrt{R+h}}{\sqrt{KM}}$.

On peut encore écrire $T^2 = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{KM}$.

En posant r la distance entre les centres de la Terre et du Soleil, T' la période de révolution de la Terre autour du Soleil, M_s la masse du Soleil on a $T'^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{KM_s}$.

On déduit $r = \sqrt[3]{\frac{KM_s T'^2}{4\pi^2}}$.

Application numérique : $T' = 4444,2 \times T = 4444,2 \times 7096 \text{ s}$, $M_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ u.S.I.}$ on trouve $r = 1,49 \cdot 10^{11} \text{ m}$.

CORRIGÉ : SESSION DE JUILLET 2001 - Séries : SE, MTGC, MTI

A - Questions de cours

I - Physique

Expression de la tension aux bornes d'un circuit RLC

Soit un circuit constitué d'une résistance pure R , d'une inductance pure L et d'un condensateur de capacité C en série. Le circuit est soumis à une tension alternative sinusoïdale, u , de pulsation ω . En posant u_R , u_L et u_C les tensions instantanées respectivement aux bornes des dipôles R , L et C , la loi d'additivité des tensions donne $u = u_R + u_L + u_C$.

Les lois d'Ohm applicables aux valeurs instantanées donne :

$u_R = Ri$; $u_L = -e = L \frac{di}{dt}$; $u_C = \frac{q}{C}$ avec i l'intensité instantanée dans le circuit, e la f.e.m. aux bornes de l'inductance et q la charge instantanée du condensateur.

On sait que $i = \frac{dq}{dt} \Leftrightarrow q = \int_0^t idt$. On déduit que $u = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int_0^t idt$.

En régime sinusoïdal l'expression de l'intensité instantanée s'écrit $i = I_m \cos \omega t$ (I_m intensité maximale), on a alors :

- $\frac{di}{dt} = -I_m \omega \sin \omega t$ ou encore que $\frac{di}{dt} = I_m \omega \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

- $\int_0^t idt = \int_0^t I_m \cos \omega t dt \Leftrightarrow \int_0^t idt = \frac{I_m}{\omega} \sin \omega t \text{ ou que } \int_0^t idt = \frac{I_m}{\omega} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}).$

En remplaçant dans l'expression de u ces grandeurs concernées par les nouvelles expressions on trouve pour u l'expression suivante :

$$u = RI_m \cos \omega t + LI_m \omega \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I_m}{C\omega} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}).$$

Expression de l'impédance Z et de la phase ϕ de ce circuit.

Les expressions de l'impédance Z et de la phase ϕ pour un circuit RLC série sont $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ et $\cos \phi = \frac{R}{Z}$ ou $\operatorname{tg} \phi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$.

II - Chimie

1) Les facteurs qui influent sur un équilibre

Les facteurs qui influent sur un équilibre chimique sont : **la température, la pression et les concentrations des constituants (réactifs et produits).**

Les lois de déplacement des équilibres chimiques

- *Loi de Vant'Hoff relative à la température*

A pression constante, toute augmentation de la température déplace l'équilibre dans le sens de la réaction endothermique, et inversement, toute diminution de température déplace l'équilibre dans le sens de la réaction exothermique.

- *Loi de le Chatélier relative à la pression*

A température constante, une augmentation de pression déplace l'équilibre dans le sens d'une diminution du nombre de moles gazeuses et inversement, une diminution de pression le déplace dans le sens d'une augmentation du nombre de moles gazeuses.

- *Loi de modération relative aux concentrations molaires*

L'augmentation de la concentration de l'un des constituants d'un système en équilibre chimique, déplace cet équilibre dans le sens tendant à faire disparaître ce constituant, et inversement la diminution de la concentration d'un constituant déplace l'équilibre dans le sens tendant à former ce constituant.

2) La relation existant entre les constantes K_c et K_p à la température T .

Soit l'équilibre $\underset{\text{solide}}{\text{C}} + \underset{\text{gaz}}{\text{CO}_2} \rightleftharpoons \underset{\text{gaz}}{2\text{CO}}$. Pour un équilibre hétérogène solide gaz, on ne tient compte

que des concentrations et pressions partielles des phases gazeuses. Les constantes d'équilibre aux concentrations k_c et aux pressions partielles k_p , relatives à cet équilibre ont pour

expressions : $k_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$ et $k_p = \frac{P_{\text{CO}}^2}{P_{\text{CO}_2}}$: $[\text{CO}], [\text{CO}_2]$ sont les concentrations et P_{CO} et P_{CO_2} les

pressions partielles de monoxyde de carbone CO et de dioxyde de carbone CO_2 . Les gaz étant considérés comme parfait on peut leur appliquer la loi des gaz parfait :

$P_{\text{gaz}} V_{\text{gaz}} = n_{\text{gaz}} RT_{\text{gaz}}$ où $P_{\text{gaz}}, V_{\text{gaz}}, n_{\text{gaz}}, T_{\text{gaz}}$ et R sont respectivement la pression, le volume, le nombre de moles, la température absolue du gaz et la constante des gaz parfaits. On en

déduit : $P_{\text{gaz}} = \frac{n_{\text{gaz}}}{V_{\text{gaz}}} RT_{\text{gaz}}$ et sachant que $\frac{n_{\text{gaz}}}{V_{\text{gaz}}} = [\text{Gaz}]$ on aboutit à la relation $P_{\text{gaz}} = [\text{Gaz}] RT_{\text{gaz}}$

Par application aux composés gazeux de l'équilibre on a $P_{\text{CO}} = [\text{CO}]RT$ et $P_{\text{CO}_2} = [\text{CO}_2] RT$.

En remplaçant les pressions partielles par ces expressions dans k_p on trouve $k_p = \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2]} \times RT$

et $k_p = k_c \times RT$.

Pour l'équilibre $\text{FeO}_{\text{solide}} + \text{CO}_{\text{gaz}} \rightleftharpoons \text{Fe}_{\text{solide}} + \text{CO}_2_{\text{gaz}}$ qui est un équilibre hétérogène la loi d'action

$$\text{s'applique aux seuls gaz : } k_c = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} \text{ et } k_p = \frac{P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CO}}} = \frac{[\text{CO}_2]\text{RT}}{[\text{CO}]\text{RT}} = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} \Leftrightarrow K_c = k_p.$$

L'action de la pression sur chacun des équilibres

Une augmentation de la pression fait déplacer l'équilibre $\text{C}_{\text{solide}} + \text{CO}_2_{\text{gaz}} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{\text{gaz}}$ dans le sens

de l'augmentation de la concentration du gaz carbonique et une diminution de pression provoquerait l'effet inverse (augmentation de la concentration du monoxyde de carbone) tandis que pour l'équilibre $\text{FeO}_{\text{solide}} + \text{CO}_{\text{gaz}} \rightleftharpoons \text{Fe}_{\text{solide}} + \text{CO}_{\text{gaz}}$ la pression n'est pas un facteur de cet équilibre.

B - Exercices

I – Physique

1) Le signe de U_{AB} (ou la d.d.p. $V_A - V_B$) pour que les électrons soient déviés vers l'armature A
Lorsqu'un électron de charge négative ($-e$) est soumis à l'action d'un champ électrique \vec{E} , il subit l'action d'une force \vec{F} dite électrique telle que : $\vec{F} = -e\vec{E}$ ⇒ les vecteurs \vec{F} et \vec{E} sont colinéaires de sens opposés et comme **le vecteur champ électrique est toujours dirigé dans le sens des potentiels décroissants alors l'armature B est chargée négativement et A positivement et $u_{AB} = V_A - V_B > 0$.**

2°) Coordonnées du point M

L'ordonnée du point M où les électrons sortent du champ

A la date $t = 0$, l'électron pénètre dans le champ \vec{E} , à partir du point O (voir figure ci-dessus)

avec une vitesse initiale \vec{v}_0 de composantes : $\vec{v}_0 \begin{vmatrix} V_0 \\ 0 \end{vmatrix}$. Il est soumis à l'action de la force électrostatique $\vec{F} = -e\vec{E}$ et effectue dans le champ \vec{E} un mouvement. Il sort du champ au point M dont les coordonnées sont : $M \begin{vmatrix} Y_M \\ X_M = I \end{vmatrix}$.

Calcul de Y_M

Les forces déterminant le mouvement de l'électron dans le champ \vec{E} sont la force électrique $\vec{F} = -e\vec{E}$ et le poids \vec{P} de l'électron. La ddp entre les armatures, distantes de d , est U_{AB} .

Or l'intensité du champ électrique est $E = U_{AB}/d$.

On en déduit que : $F = e \frac{U_{AB}}{d}$.

Application numérique : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $U_{AB} = 400 \text{ V}$ et $d = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

On a $F = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ N}$.

(Le poids P de l'électron est $P = mg$ avec $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ la masse et g l'accélération de la pesanteur. En adoptant pour g la valeur de 10 m.s^{-2} il vient $P = 9,1 \cdot 10^{-30} \text{ N}$. On a alors

$$\frac{F}{P} = \frac{1,6 \cdot 10^{-15}}{9,1 \cdot 10^{-30}} \Rightarrow F \approx 10^{15} P \Rightarrow \text{le poids de l'électron est négligeable devant } F.$$

L'application de la relation fondamentale de la dynamique à l'électron donne

$$\vec{F} = -e\vec{E} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = -\frac{e\vec{E}}{m} \text{ avec } \vec{a} \text{ le vecteur accélération de l'électron.}$$

Dans le repère (\vec{Ox}, \vec{Oy}) on a : $\vec{F} \begin{cases} F_y = e \frac{U_{AB}}{d} \\ F_x = 0 \end{cases}, \vec{a} \begin{cases} a_y = e \frac{U_{AB}}{md} \\ a_x = 0 \end{cases}$ et $\vec{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = V_0 \\ V_{0y} = 0 \end{cases}$. Par suite que le

mouvement de l'électron est rectiligne uniformément accéléré sans vitesse initiale selon l'axe \vec{Oy} ($F_y = ma_y$ et $V_{0y} = 0$), d'équation horaire : $y = \frac{1}{2} \times \frac{eU_{AB}}{md} t^2$ ①.

Selon l'axe \vec{Ox} le mouvement est rectiligne uniforme ($F_x = ma_x$ et $V_{0x} = V_0$), d'équation horaire $x = V_0 t$ ②. De ② on tire $t = \frac{x}{V_0}$.

En portant cette valeur de t dans ① : on trouve $y = \frac{1}{2} \times \frac{eU_{AB}}{mdV_0^2} x^2$: la trajectoire de l'électron est une trajectoire parabolique.

Pour le point M : $y = Y_M$ alors $x = X_M = l : Y_M = \frac{1}{2} \times \frac{eU_{AB}}{mdV_0^2} l^2$.

Application numérique : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $U_{AB} = 400 V$, $d = 4 \cdot 10^{-2} m$, $l = 10^{-1} m$, $V_0 = 25 \cdot 10^6 m/s$ et $m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$, l'ordonnée du point M est : $Y_M = 1,4 \text{ cm}$.

Les coordonnées du point de sortie M sont : $M \begin{cases} 10^{-1} \\ 1,4 \cdot 10^{-2} \end{cases}$.

La déviation électriquement α

Au point M de sortie du champ, la force électrique est nulle et le mouvement de l'électron à partir de M et hors du champ est rectiligne uniforme. La vitesse de sortie \vec{V}_M est la tangente à la trajectoire de l'électron en M. La déviation électriquement est l'angle α entre les directions des vecteurs \vec{V}_M et \vec{V}_0 . On sait que la tangente à la trajectoire au point M passe par le point I tel que $OI = l/2$.

Dans le triangle rectangle IHM (rectangle en H) on a $\tan \alpha = \frac{2Y_M}{l}$.

Application numérique : $Y_M = 1,4 \cdot 10^{-2} m$, $l = 10^{-1} m \Rightarrow \tan \alpha = 15,7^\circ$.

L'équation de la transmutation



II - Chimie

Le nom dans la nomenclature officielle et la fonction chimique de chacun des composés.

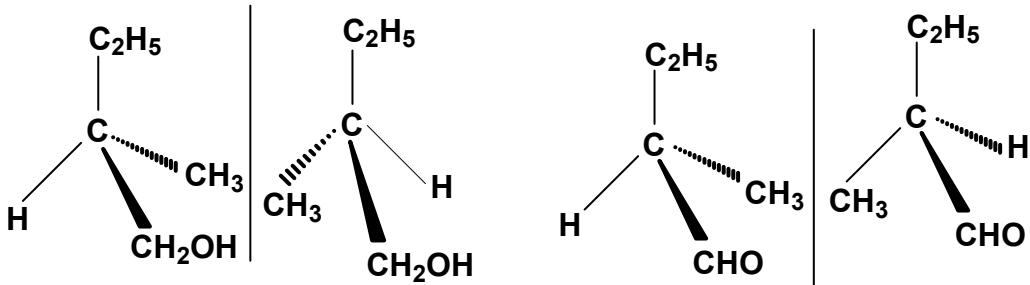
(A) est une cétone : le 2-méthylbutan-2 one ; **(B)** est alcool primaire : le 2-méthylbutan-1 ol ; **(C)** est un aldéhyde : le 2-méthylbutanal et **(D)** est un acide carboxylique : l'acide 2-méthylpropanoïque.

Les isomères de fonction

(A) et (C) sont des isomères de fonction

Préciser quelles sont les molécules chirales et pourquoi ? Représenter les énantiomères.

Les molécules (B) et (C) sont chirales parce que possédant dans leurs molécules un carbone asymétrique (le carbone 2).



C - Problème

1) a)

- La valeur de la réactance X_1

La réactance du circuit est : $X_1 = L_1\omega - \frac{1}{C_1\omega}$.

Application numérique : $L_1 = 0,314H = \pi \times 10^{-1}H$, $C_1 = 2\pi \times 10^{-6}F$ et $\omega = 2\pi N = 100\pi \text{ rad/s}$. On a alors $L_1\omega = 10\pi^2\Omega$ et $\frac{1}{C_1\omega} = \frac{10^4}{2\pi^2}\Omega$.

En adoptant $\pi^2 = 10$ il vient $L_1\omega = 100\Omega$ et $\frac{1}{C_1\omega} = 500\Omega$ et $X_1 = -400\Omega$.

- La valeur de l'impédance Z_1

L'impédance Z_1 du circuit a pour expression :

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + (L_1\omega - \frac{1}{C_1\omega})^2} = \sqrt{R_1^2 + X_1^2}.$$

Application numérique : $R_1 = 300\Omega$, $X_1 = -400\Omega$ et $Z_1 = 500\Omega$.

- La valeur de l'intensité efficace I

L'intensité efficace I est telle que $U = Z_1 I \Rightarrow I = \frac{U}{Z_1}$.

Application numérique : $U = 220V$, $Z_1 = 500\Omega$ on a $I = 0,44A$.

b) Le diagramme de Fresnel

En prenant pour expression de l'intensité instantanée $i_1 = I\sqrt{2} \cos\omega t$ celle de la tension instantanée aux bornes du circuit est $u = U\sqrt{2} \cos(\omega t + \phi)$.

Les tensions instantanées aux bornes des dipôles résistance pure R_1 , self pure L_1 et capacité C_1 sont respectivement u_{R_1} , u_{L_1} et u_{C_1} .

La loi d'additivité des tensions donne $u = u_{R_1} + u_{L_1} + u_{C_1}$.

Les lois d'Ohm appliquées à ces dipôles donnent $u_{R_1} = R_1 i_1$, $u_{L_1} = L_1 \frac{di_1}{dt}$ et $u_{C_1} = \frac{q}{C_1}$ avec q la charge instantanée du condensateur.

On sait aussi que $i_1 = \frac{dq}{dt} \Leftrightarrow dq = i_1 dt$ et $q = \int i_1 dt = \int I\sqrt{2} \cos\omega t \Rightarrow q = -\frac{I\sqrt{2}}{\omega} \sin\omega t$.

On obtient à partir des relations de transformation $q = \frac{I\sqrt{2}}{\omega} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$.

On en déduit $u_{C_1} = \frac{I\sqrt{2}}{C_1\omega} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$.

$$u_{L_1} = L_1 \frac{di_1}{dt} = L_1 I \sqrt{2} \frac{d(\cos \omega t)}{dt} = L_1 \omega I \sqrt{2} \sin \omega t \text{ ou encore que } u_{L_1} = L_1 \omega I \sqrt{2} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}).$$

$u_{R_1} = R_1 I \sqrt{2} \cos \omega t$. La tension instantanée u est alors :

$$u = U \sqrt{2} \cos(\omega t + \phi) = R_1 \sqrt{2} \cos \omega t + L_1 \omega \sqrt{2} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I \sqrt{2}}{C_1 \omega} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}).$$

A chacune des fonctions sinusoïdales on associe un vecteur appelé vecteur de Fresnel. On représente ce vecteur à l'instant $t = 0$ de telle manière que son module soit l'amplitude de la fonction sinusoïdale et dont la direction fait avec un axe horizontal orienté \overrightarrow{Ox} un angle égal à la phase à l'origine de la fonction sinusoïdale.

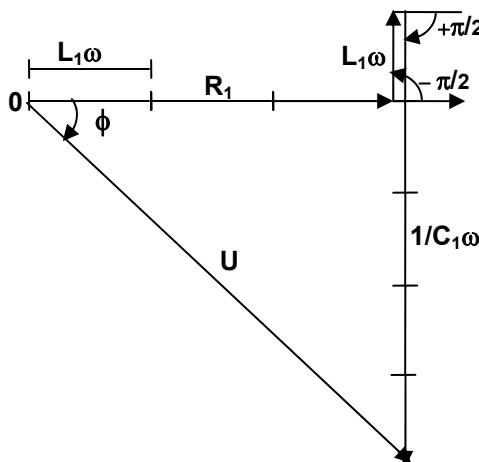
Ainsi les vecteurs de Fresnel correspondant respectivement aux fonctions sinusoïdales u , u_{R_1} ,

$$u_{L_1} \text{ et } u_{C_1} \text{ sont } \vec{U} \begin{vmatrix} U \\ \phi \end{vmatrix}, \quad \vec{U}_{R_1} \begin{vmatrix} R_1 \\ 0 \end{vmatrix}, \quad \vec{U}_{L_1} \begin{vmatrix} L_1 \omega \\ +\frac{\pi}{2} \end{vmatrix}, \quad \vec{U}_{C_1} \begin{vmatrix} \frac{1}{C_1 \omega} \\ -\frac{\pi}{2} \end{vmatrix}.$$

La somme $u = u_{R_1} + u_{L_1} + u_{C_1}$ revient à la somme vectorielle $\vec{U} = \vec{U}_{R_1} + \vec{U}_{L_1} + \vec{U}_{C_1}$.

Le tracé de cette somme de vecteurs est la construction de Fresnel et la figure géométrique obtenue (dans ce cas un triangle) est le diagramme de Fresnel.

Pour ce tracé on détermine les valeurs des modules des vecteurs : $\frac{1}{C_1 \omega} = 500\Omega$, $L_1 \omega = 100\Omega$ et



$$R_1 = 300\Omega \text{ on en déduit } R_1 = 3L_1 \omega \text{ et } \frac{1}{C_1 \omega} = 5L_1 \omega.$$

La figure obtenue est un triangle rectangle dont l'hypoténuse U est telle que :

$$U^2 = R_1^2 + (L_1 \omega - \frac{1}{C_1 \omega})^2.$$

$$\text{Comme } R_1 = 3L_1 \omega \text{ et } \frac{1}{C_1 \omega} = 5L_1 \omega$$

$$\text{il vient } U^2 = 9(L_1 \omega)^2 + 16(L_1 \omega)^2 \Rightarrow$$

$$U = 5L_1 \omega \text{ et } U = 500V.$$

Le déphasage ϕ tension courant

$$L_1 \omega - \frac{1}{C_1 \omega}$$

$$\text{Le déphasage } \phi \text{ est tel que : } \operatorname{tg} \phi = \frac{L_1 \omega - \frac{1}{C_1 \omega}}{R_1} = \frac{-4L_1 \omega}{3L_1 \omega} \Rightarrow \operatorname{tg} \phi = -\frac{4}{3} = -1,33 \Leftrightarrow \phi = 0,93 \text{ rad}$$

ou $\phi = 53^\circ$.

L'effet prépondérant

$$L_1 \omega - \frac{1}{C_1 \omega} = -400\Omega < 0 \Leftrightarrow \text{l'effet capacitif l'emporte sur l'effet inductif.}$$

2. a) La réactance X_2

$$\text{La réactance } X_2 \text{ a pour expression : } X_2 = L_2 \omega - \frac{1}{C_2 \omega}.$$

Application numérique : $L_2 = 0,314H$, $C_2 = 63,7 \cdot 10^{-6}F$ on trouve $X_2 = 48,6\Omega$. ($L_2\omega = 98,596$ et $\frac{1}{C_1\omega} = 49,9955$).

L'impédance Z_2

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2}.$$

Application numérique : $R_2 = 50\Omega$, $X_2 = 48,6\Omega$ on a $Z_2 = 69,7\Omega$.

b) *Valeur de la fréquence pour l'intensité efficace maximale*

L'intensité efficace est maximale à la résonance ; si l'on pose f_0 la fréquence de résonance alors $L_2 C_2 \times 4\pi^2 f_0^2 = 1 \Leftrightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}}$.

Application numérique : $L_2 = 0,314H$, $C_2 = 63,7 \cdot 10^{-6}F$ on a $f_0 = 35,6\text{Hz}$.

L'intensité I_0

A la résonance l'intensité efficace maximale est I_0 telle que $I_0 = U/R_2$.

Application numérique : $U = 220V$, $R_2 = 50\Omega$ on a $I = 4,4 \text{ A}$.

c) *Exprimez Q_2 en fonction de R_2 , C_2 , ω_2 d'une part, et en fonction de R_2 , L_2 , ω_2 d'autre part, ω_2 désignant la pulsation à la résonance*

Le facteur de qualité a pour expression $Q_2 = \frac{U_{C_2}}{U}$ avec U_{C_2} la tension aux bornes de la

capacité à la résonance et U la tension aux bornes du circuit. $U_{C_2} = Z_{C_2} \times I_0 = \frac{I_0}{C_2 \omega_2}$ et comme

$$I_0 = \frac{U}{R_2} \text{ on en déduit } U_{C_2} = \frac{U}{R_2 C_2 \omega_2} \Rightarrow Q_2 = \frac{1}{R_2 C_2 \omega_2} \text{ avec } \omega_2 = 2\pi f_0.$$

Calculer Q_2

$$\omega_2 = 2\pi f_0 = 2 \times 3,14 \times 35,6 = 223,568 \text{ on a } Q_2 = \frac{1}{50 \times 63,7 \times 10^{-6} \times 223,56} \Rightarrow Q_2 = 1,404.$$

3. a) *Montrer que ce circuit est équivalent à un circuit RLC dont on calculera les valeurs*

Aux bornes du circuit RLC série la différence de potentiel instantanée u est telle que :

$u = u_{R_1} + u_{L_1} + u_{C_1} + u_{R_2} + u_{L_2} + u_{C_2}$ avec :

$$u_{R_1} = R_1 I_m \cos \omega t, u_{L_1} = L_1 \omega I_m \cos(\omega t + \pi/2), u_{C_1} = \frac{I_m}{C_1 \omega} \cos(\omega t - \pi/2),$$

$$u_{R_2} = R_2 I_m \cos \omega t, u_{L_2} = L_2 \omega I_m \cos(\omega t + \pi/2) \text{ et } u_{C_2} = \frac{I_m}{C_2 \omega} \cos(\omega t - \pi/2).$$

En mettant les termes semblables en facteur il vient :

$$u = (R_1 + R_2) \cos \omega t + (L_1 + L_2) \omega I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + (\frac{I_m}{C_1 \omega} + \frac{I_m}{C_2 \omega}) \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}).$$

Le circuit équivalent est tel que :

$$u = R I_m \cos \omega t + L \omega I_m \cos(\omega t + \pi/2) + \frac{I_m}{C \omega} \cos(\omega t - \pi/2) \text{ ce qui donne par identification :}$$

$$R = R_1 + R_2, L = L_1 + L_2 = 2L_1 = 2L_2 \text{ et } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Leftrightarrow C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Application numérique : $R_1 = 300\Omega$, $R_2 = 50\Omega$, $L_1 = L_2 = 0,314H$, $C_1 = 6,28 \cdot 10^{-6}F$, $C_2 = 63,7 \cdot 10^{-6}F$ on trouve :

$$R = 350\Omega, L = 0,628H \text{ et } C = 5,71\mu F.$$

b) *La valeur de la réactance*

- La réactance est $X = L\omega - \frac{1}{C\omega}$.

Application numérique : $L = 0,628H$, $C = 5,71 \cdot 10^{-6}F$ et $\omega = 314 \text{ rad/s}$:

$$X = 0,628 \times 314 - \frac{10^6}{5,71 \times 314} \Rightarrow X = -360,55\Omega.$$

• *La valeur de l'impédance*

L'impédance est $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$.

Application numérique : $R = 350\Omega$, $X = -360,55\Omega$ on a $Z = 502,5\Omega$.

- *La valeur de l'intensité*

$$\text{L'intensité efficace est } I = \frac{U}{Z}.$$

Application numérique : $U = 220V$ et $I = 0,44A$.

- *Calculer le déphasage ϕ existant entre l'intensité et la tension*

Le déphasage ϕ existant entre l'intensité et la tension est tel que :

$$\operatorname{tg}\phi = \frac{X}{R} = \frac{-360,55}{350} = -1,031 \Rightarrow \phi = -0,8 \text{ rad} = -45,85^\circ.$$

- *Laquelle de ces deux grandeurs est en avance de phase sur l'autre ?*
 $\phi < 0 \Rightarrow$ la tension est en retard sur l'intensité.

b) *Montrez que l'on peut trouver une autre fréquence N' pour laquelle le déphasage ϕ aura la même valeur absolue*

- La pulsation pour la nouvelle la fréquence N' est $\omega' = 2\pi N'$ et les nouveaux déphasage et réactance correspondant sont X' et ϕ' tels que $X' = L\omega' - \frac{1}{C\omega'}$.

$$\text{Le déphasage } \phi \text{ a la même valeur absolue} \Leftrightarrow \begin{cases} \operatorname{tg}\phi = \operatorname{tg}\phi' \\ \text{ou} \\ \operatorname{tg}\phi = -\operatorname{tg}\phi' \end{cases}.$$

Pour $\operatorname{tg}\phi = \operatorname{tg}\phi'$ on a $X = X'$, $\omega = \omega'$ et $N = N'$: solution triviale.

$$\text{Pour } \operatorname{tg}\phi = -\operatorname{tg}\phi' \text{ on a } X = -X' \Leftrightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C\omega'} - L\omega' \Leftrightarrow L(\omega + \omega') = \frac{1}{C} \left(\frac{1}{\omega} + \frac{1}{\omega'} \right) \Leftrightarrow L(\omega + \omega') = \frac{1}{C} \left(\frac{\omega' + \omega}{\omega\omega'} \right) \text{ d'où } LC = \frac{1}{\omega\omega'} \Leftrightarrow$$

$$\omega\omega' = \frac{1}{LC} \Leftrightarrow 4\pi^2 N \times N' = \frac{1}{LC}.$$

- *Montrez que $N \times N' = N_0^2$. N_0 étant la fréquence de résonance.*

On a $4\pi^2 N \times N' = \frac{1}{LC}$ ①. On sait que pour un circuit *RLC* série en résonance, la fréquence N_0 de

$$\text{résonance est telle que } N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Leftrightarrow 4\pi^2 N_0^2 = \frac{1}{LC} \text{ ②.}$$

Des expressions ① et ② on tire $N \times N' = N_0^2$ et $N' = \frac{N_0^2}{N}$.

- Calculer N'*

$$N' = \frac{N_0^2}{N} . \text{ Application numérique : } N = 50\text{Hz}, N_0 = f_0 = 35,6\text{Hz} \Rightarrow N' = 25,35\text{Hz}.$$

CORRIGÉ : SESSION DE JUILLET 2002 - Séries : SE, MTGC, MTI

A - Questions de cours

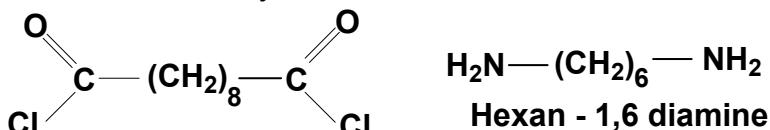
I – Chimie

Définitions des réactions de polyaddition et de polycondensation

Une polyaddition est la réaction entre plusieurs molécules insaturées (le plus souvent identiques).

Une polycondensation est l'ensemble des réactions par lesquelles diverses substances polyfonctionnelles, comme un diacide et une diamine, se soudent entre elles pour donner un corps de masse moléculaire élevée avec élimination de petites molécules (eau, acide chlorhydrique, alcool méthylique, etc.).

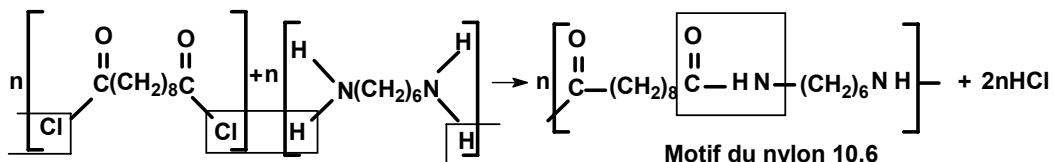
Les formules du chlorure de décanedioyle et de l'hexan-1,6 diamine



Chlorure de décanedioyle

Le motif et le nom du polymère

L'équation bilan de la réaction de polycondensation entre le chlorure de décanedioyle et l'hexan-1,6diamine est :



Le polymère obtenu est un **polypeptide** appelé **nylon-10,6** dont le motif est entre parenthèses ; la fonction peptidique ou amidique est encadrée.

II – Physique

Expression de la puissance moyenne en courant alternatif

Soit un dipôle soumis à la date t à la tension instantanée u et parcouru par un courant instantané d'intensité i. La puissance instantanée du circuit est $p = ui$.

En posant $u = U_m \cos \omega t$ et $i = I_m \cos(\omega t + \phi)$ on a $p = U_m I_m \cos \omega t \cos(\omega t + \phi)$ qui peut encore

s'écrire : $p = \frac{U_m I_m}{2} [\cos \phi + \cos(2\omega t - \phi)]$

Lorsqu'on passe aux valeurs efficaces $U = U_m / \sqrt{2}$ et $I = I_m / \sqrt{2}$, on aboutit à :

$$p = UI[\cos \phi + \cos(2\omega t - \phi)].$$

L'expression $P = UI \cos \phi$ est appelée la puissance moyenne du circuit.

La puissance moyenne est égale au produit de la tension efficace aux bornes du circuit par l'intensité efficace traversant le circuit et par le cosinus du déphasage ϕ entre les intensité et tension instantanés.

Le cosinus du déphasage ϕ entre les intensité et tension instantanées ($\cos\phi$) est appelé le facteur de puissance du circuit.

Importance du facteur de puissance

Lorsqu'un circuit est alimenté sous une tension efficace U , il possède la puissance P ; les fils d'amenée du courant au circuit sont parcourus par le courant $I = \frac{P}{U\cos\phi}$. En posant R la

résistance totale des fils d'amenée il y'a une perte d'énergie $p = RI^2 = R \frac{P^2}{U^2\cos^2\phi}$ due à l'effet joule.

Cette perte d'énergie doit être réduite en réduisant la résistance R des fils, en opérant sous haute tension et en augmentant le facteur de puissance, d'où l'importance du facteur de puissance. En effet lorsque un fournisseur de courant comme E. D. M. apporte de l'énergie électrique jusqu'au consommateur, il peut réduire la perte d'énergie dans les fils d'amenée :

a) par utilisation de câbles de cuivre :

- de gros diamètre (plus la section du câble est grande plus sa résistance est faible),
- creux parce que le courant circule à la surface du conducteur (effet de peau ou effet skin) et pour réduire le poids, les câbles étant très souvent suspendus)

b) par l'emploi de tensions hautes (ramenées à des basses tensions par l'intermédiaire de transformateurs au niveau du consommateur).

La perte p est fonction aussi de P la puissance consommée par le client et E. D. M. a tout intérêt à ce que cette consommation soit la plus élevée possible, la facturation étant fonction de cette puissance.

L'augmentation de P implique une augmentation de l'intensité / dans les fils d'amenée et par conséquent une plus grande perte par effet joule.

Cette perte est au compte de E. D. M. raison pour laquelle pour deux consommateurs utilisant la même puissance, celui utilisant l'intensité la plus grande paye un montant plus élevé.

Le facteur de puissance dépend de la nature du circuit consommateur qui est fonction des besoins du consommateur et E. D. M. ne peut avoir aucune influence sur le facteur de puissance.

Les pertes par effet joule sont réduites lorsque le facteur de puissance est grand ($\cos\phi$ proche de 1 ou ϕ petit), c'est-à-dire lorsque le circuit consommateur est inductif (le consommateur place entre les bornes de son circuit un condensateur convenable).

Lorsque le circuit consommateur a un facteur de puissance faible, E. D. M. perd plus d'énergie par effet joule dans les fils.

Le consommateur qui fait modifier dans le sens de la baisse son facteur de puissance fait perdre à E. D. M. de l'énergie (il subit une taxation) et celui qui modifie son facteur de puissance dans le sens de la hausse évite à E. D. M. une perte d'énergie (il est normalement bonifié).

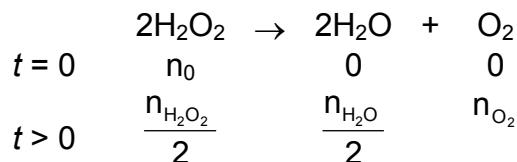
B - Exercices

I - Chimie

1. a) *La nature de la catalyse dans cette réaction*

La catalyse est **homogène** (le catalyseur et le réactif forme un mélange liquide homogène).

b) *Les concentrations molaires d'eau oxygénée*



Soient $n_{H_2O_2\text{disp}}$ le nombre de mole d'eau oxygénée disparue et n_{O_2} le nombre de mole de dioxygène formé à l'instant $t > 0$, on a $n_{H_2O_2\text{disp}} = 2n_{O_2}$ (conditions stœchiométriques) avec $n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m}$, V_{O_2} et V_m étant respectivement les volumes de dioxygène formé et le volume molaire ($V_m = 24 \text{ L}$).

- $n_{H_2O_2\text{rest}}$ le nombre de mole d'eau oxygénée non transformée à l'instant $t > 0$
- V_0 le volume d'eau oxygénée à $t = 0$ ($V_0 = 10^{-1} \text{ L}$),
- V_T le volume total du mélange

On a $\frac{n_{H_2O_2\text{rest}}}{V_0} = \frac{n_0 - n_{H_2O_2\text{disp}}}{V_T}$ et en passant aux concentrations correspondantes :

$$[H_2O_2] = c_0 - \frac{n_0 - n_{H_2O_2\text{disp}}}{V_T}.$$

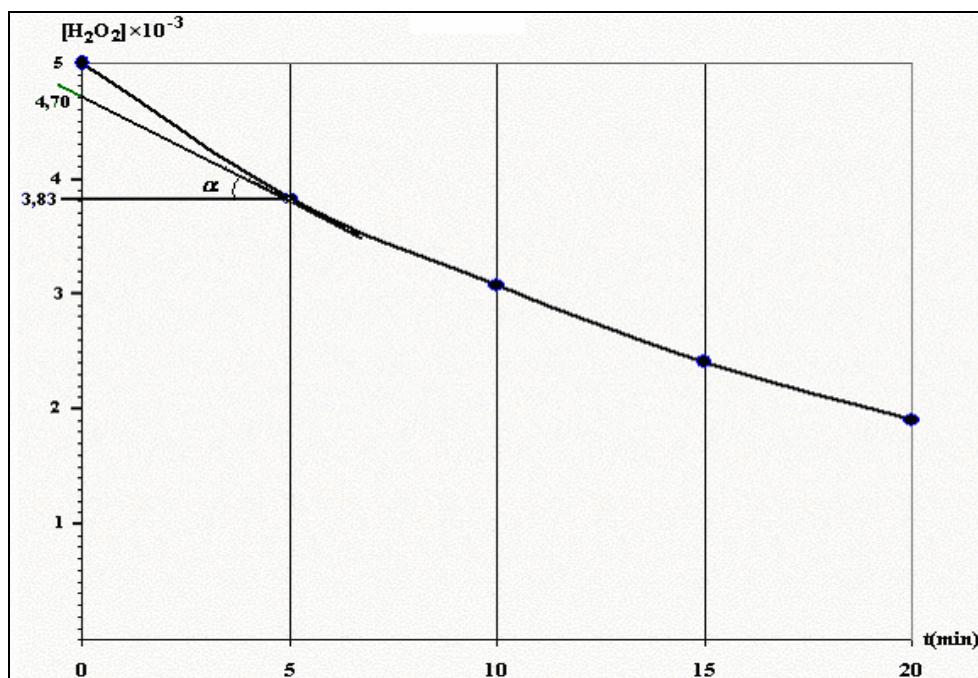
Application numérique : $c_0 = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{0,12} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et $V_T = 24 \times 0,12 \Rightarrow V_T = 2,88 \text{ L}$ d'où :

$$[H_2O_2] = 5 \cdot 10^{-3} - \frac{V_{O_2}}{1,44}.$$

On obtient les valeurs suivantes de $[H_2O_2]$ consignées dans le tableau ci-dessous.

temps (min)	0	5	10	15	20
V_{O_2}	0	1,68	2,76	3,72	4,44
$10^{-3} \times [H_2O_2]_{\text{rest}}$	5	3,83	3,08	2,41	1,91

1. a) Tracé de la courbe C : $[H_2O_2] = f(t)$



b) Les vitesses de disparition de l'eau oxygénée entre les instants $t = 5\text{ min}$ et $t = 10\text{ min}$

L'eau oxygénée est le réactif, sa vitesse de disparition moyenne entre les instants $t_f = 10\text{ min}$

et $t_i = 5\text{ min}$ est $v_m = -\frac{c_f - c_i}{t_f - t_i}$; c_f et c_i étant les concentrations respectives aux temps t_f et t_i .

Le tableau donne $c_f = 3,08 \cdot 10^{-3}$ et $c_i = 3,83 \cdot 10^{-3}$: $v_m = -\frac{3,08 - 3,83}{10 - 5} \times 10^{-3}$

et $v_m = -1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}\text{min}^{-1}$.

b) La vitesse à $t = 5\text{ min}$

La vitesse v à $t = 5\text{ min}$ est $v = -\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -\text{tg}\alpha$, α étant l'angle d'inclinaison de la tangente à la courbe $[H_2O_2] = f(t)$ au point $t = 5\text{ min}$.

On trouve par lecture sur le graphe que $\text{tg}\alpha = -\frac{4,70 - 3,83}{10 - 5}$ et par conséquent $v = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}\text{min}^{-1}$.

Le temps t est en seconde

On aura : $v = \frac{1,74 \cdot 10^{-4}}{60}$ et $v = 2,9 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$.

II – Physique

a) L'expression de la surface S du circuit OMN en fonction du temps

La surface S du circuit OMN est $S = \frac{\text{OM} \times \text{ON}}{2}$. $\text{OM} = x = f(t)$ et $\text{ON} = g(t)$ à déterminer.

Le triangle OMN est rectangle en O et l'angle $(\overrightarrow{MO}, \overrightarrow{MN}) = \alpha$ est tel que $\text{tg}\alpha = \frac{\text{OM}}{\text{ON}}$.

$\alpha = 45^\circ \Rightarrow \text{OM} = \text{ON} = x$ on a donc $S = \frac{x^2}{2}$ et comme la vitesse v de MN est constante alors

$x = vt$.

Par suite l'expression de la surface S en fonction du temps est : $S = \frac{v^2 t^2}{2}$.

b) L'expression de la f.e.m. induite e dans le circuit OMN

La f.e.m. induite e dans un circuit a pour expression $e = -\frac{d\phi}{dt}$; $d\phi/dt$ étant la variation du flux

reçu par le circuit au cours du temps. On sait que le flux ϕ reçu par le circuit OMN dont la surface est S et qui est soumis à l'action du champ d'intensité B a pour expression $\phi = BS \cos(\vec{B}, \vec{n})$; \vec{n} étant la normale à la surface S .

La figure montre que le champ \vec{B} est soit sortant, soit rentrant, les vecteurs \vec{B} et \vec{n} sont colinéaires c'est-à-dire $\cos(\vec{B}, \vec{n}) = 1$ et $\phi = SB = \frac{B}{2} \times v^2 t^2$. On en déduit $\frac{d\phi}{dt} = \frac{2 \times B v^2 t}{2}$ et $e = -B v^2 t$.

La valeur maximale e_m de e ?

Lorsque les points M et N sont respectivement confondus avec les points B et A, c'est-à-dire $\text{OM} = \text{ON} = x = \text{OA} = \text{OB} = l = 1\text{ m}$ la valeur de la f.e.m. e est maximale et égale à e_m . Sachant que $x = l = vt \Rightarrow t = l/v$ on trouve $e_m = Bl^2$.

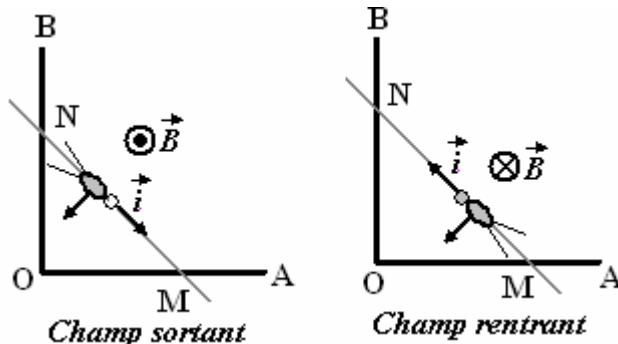
Application numérique : $B = 10^{-1} \text{ T}$, $v = 25 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$ et $l = 1 \text{ m}$ on a $e_m = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ V}$.

Le sens du courant induit

Le courant induit i est tel que ses effets magnétiques ont tendance à s'opposer à sa cause. Cette cause étant le déplacement de la barre MN, la force de Laplace créé par le courant à tendance à empêcher la barre de se déplacer vers les points A et B.

Le sens du courant induit est donné par la règle du bonhomme d'Ampère : ce dernier est couché sur la barre MN, il regarde le champ \vec{B} fuir devant lui, son bras gauche tendu indique le sens de la force, le courant lui entre par les pieds et lui sort par la tête.

Le courant a le sens de N vers M lorsque le champ est sortant et de M vers N lorsque le champ est rentrant.



C – Problème

I – 1) Calcul des valeurs de R et L

Calcul de R

La tension U_{AB} aux bornes du dipôle étant continue, ce dernier est traversé par un courant continu d'intensité I_{AB} telle que $U_{AB} = RI_{AB}$, R étant la résistance de la bobine.

On en déduit que : $R = U_{AB}/I_{AB}$.

La courbe de la figure (a) donne pour la valeur de $I_{AB} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ A}$, la tension U_{AB} aux bornes du dipôle est $U_{AB} = 5 \text{ V}$.

Application numérique : $R = 5/5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow R = 100 \Omega$.

Calcul de la valeur de L

La tension u_{AB} aux bornes du dipôle est maintenant alternative de valeur efficace U_{AB} , de fréquence $N = 1000 \text{ Hz}$. L'intensité instantanée i_{AB} , dans le circuit a pour de valeur efficace I_{AB} . La loi d'Ohm appliquée à ce circuit en régime sinusoïdal donne $U_{AB} = Z_{AB} \cdot I_{AB}$ avec Z_{AB} l'impédance du circuit (R, L).

On sait que dans ce cas $Z_{AB} = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$; L est l'inductance de la bobine ($L = ?$) et ω la pulsation du courant.

En remplaçant Z_{AB} par sa valeur dans l'expression de U_{AB} on obtient $\frac{U_{AB}^2}{I_{AB}^2} = R^2 + L^2\omega^2 \Rightarrow$

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{U_{AB}^2}{I_{AB}^2} - R^2}.$$

Application numérique : $N = 1000 \text{ Hz}$, $\omega = 2\pi N = 2000\pi \text{ rad/s}$, $U_{AB} = 6 \text{ V}$, $I_{AB} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ A}$,

$$\frac{U_{AB}}{I_{AB}} = Z_{AB} = 120 \Omega \Rightarrow L = \frac{1}{2000\pi} \sqrt{120^2 - 100^2} = \frac{66,33}{6280} = 0,0105 \Rightarrow L \approx 10^{-2} \text{ H}.$$

2) a) L'expression numérique de la tension

La tension instantanée $u_{AB}(t)$ aux bornes du circuit a pour expression :

$u_{AB}(t) = U_{AB} \sqrt{2} \cos(\omega t + \phi)$ avec $U_{AB} = 6 \text{ V}$, $\omega = 2000\pi \text{ rad/s}$ et ϕ la phase à l'origine des temps.

On a $\cos\phi = \frac{R}{Z_{AB}} = \frac{100}{120} = 0,833 \Rightarrow \phi = 0,58 \text{ rad } (\phi = 33,56^\circ)$.

On a alors $u_{AB}(t) = 6\sqrt{2} \cos(2000\pi t + 0,58) V$

b) L'expression de l'intensité $i(t)$

L'expression de l'intensité $i(t)$ est $i(t) = I\sqrt{2} \cos 2000\pi t$. Comme $I = 5 \cdot 10^{-2} A$ on a :
 $i(t) = 5 \cdot 10^{-2} \sqrt{2} \cos 2000\pi t (A)$.

c) La construction de Fresnel du circuit considéré

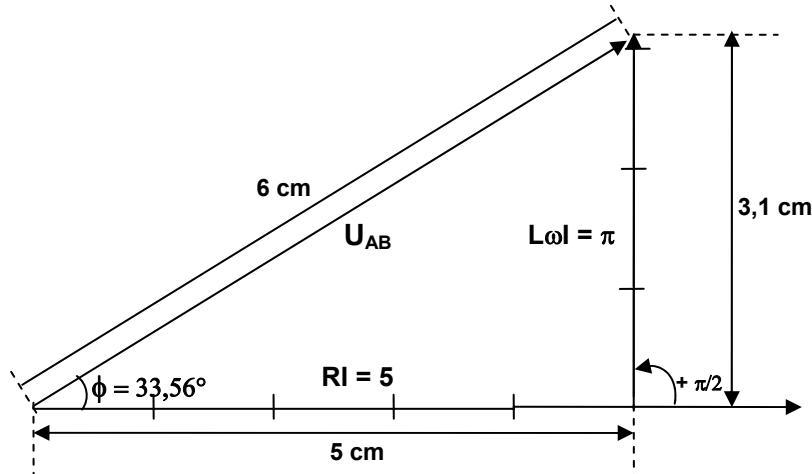
La tension $u_{AB}(t)$ aux bornes du circuit (R, L) s'écrit aussi : $u_{AB}(t) = u_R + u_L$ avec u_R et u_L les tensions respectives aux bornes de la résistance pure R et de l'inductance pure L de la bobine.

On a : $u_R = RI$; $u_L = -e = L \frac{di}{dt}$ et $i(t) = 5 \cdot 10^{-2} \sqrt{2} \cos 2000\pi t$ (e étant la f.e.m. aux bornes de l'inductance pure L). Sachant que $R = 100\Omega$ et $L = 10^{-2} H$, on en déduit :
 $u_R = 5\sqrt{2} \cos 2000\pi t$ et $u_L = -10^{-2} \times 5 \cdot 10^{-2} \sqrt{2} \times 2 \cdot 10^3 \pi \sin 2000\pi t$ ou encore $u_L = \pi\sqrt{2} \cos(2000\pi t + \pi/2)$.

Les vecteurs de Fresnel \vec{U}_R et \vec{U}_L relatifs à u_R et u_L sont tels que :

$$\vec{U}_R \begin{cases} 5 \\ 0 \end{cases} \text{ et } \vec{U}_L \begin{cases} \pi \\ +\frac{\pi}{2} \end{cases}.$$

En prenant comme unité d'amplitude 5 V on a la construction de Fresnel ci-dessous à partir de laquelle on peut constater que $U_{AB} = \sqrt{5^2 + \pi^2} = 5,9 \approx 6 V$.



d) La puissance maximale

La puissance maximale P_{max} dissipée dans le dipôle (R, L) est : $P_{max} = RI^2$.

Application numérique : $R = 100\Omega$, $I = 5 \cdot 10^{-3} A$ et $P_{max} = 0,25 W$.

3) La capacité du condensateur

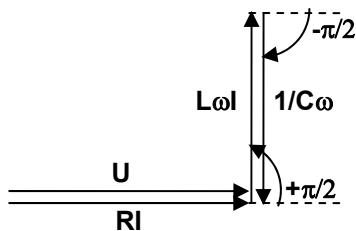
La courbe de la figure (c) : $I_{AB} = g(f)$ est une courbe de résonance d'intensité.

La résonance a lieu pour la valeur de f_0 de f telle que $f_0 = 1500$ Hz sur le graphe.

La capacité C du condensateur est alors $C = \frac{1}{L\omega_0^2} = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 \times L}$.

Application numérique : $f_0 = 1500$ Hz, $\pi^2 = 10$ et $L = 10^{-2} H$ on trouve $C = 10^{-6} F$.

La construction de Fresnel du circuit RLC



4) La fréquence f_0 pour laquelle la puissance P dissipée dans le dipôle RLC est maximale

La puissance est maximale $\Rightarrow \cos\phi = 1$ et le déphasage ϕ courant - tension est nul, c'est-à-dire $f_0 = 1500 \text{ Hz}$ selon la figure (c). Voir figure ci-dessous.

5) a) Détermination graphique de f_1 et f_2

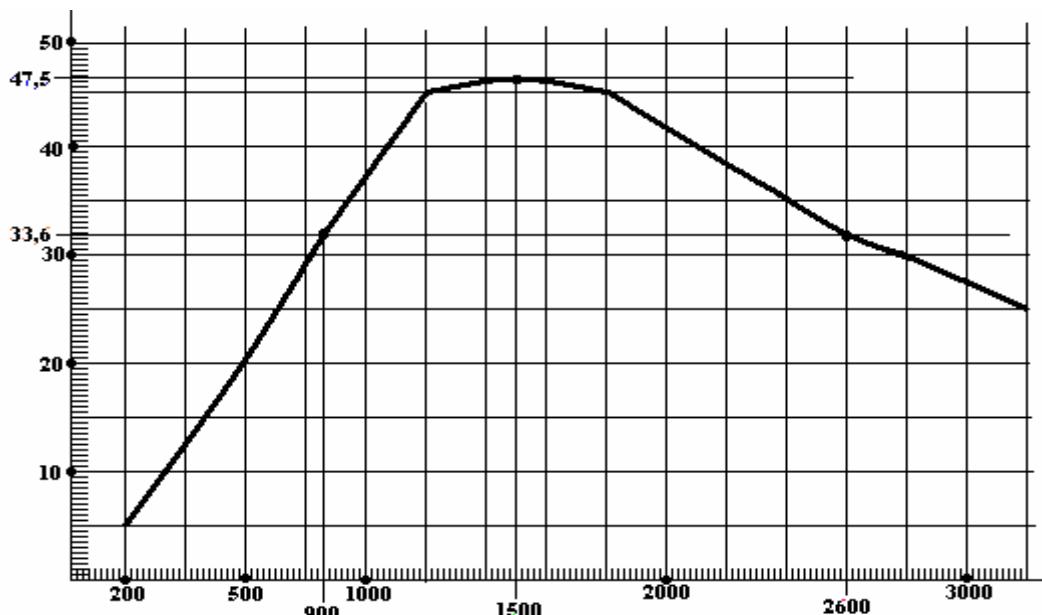
La puissance P du circuit est maximum égale à P_m implique que $P_m = RI_0^2$ avec I_0 l'intensité du courant à la résonance.

Pour les fréquences f_1 et f_2 , la puissance est $P = RI^2 = P_m/2 \Rightarrow \frac{RI_0^2}{2} = RI^2$ ou que $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

Application numérique : On lit sur le graphe la valeur de I_0 et on trouve $I_0 = 47,5 \text{ mA}$ et que $I = 33,6 \text{ mA}$.

Pour déterminer graphiquement les valeurs de f_1 et f_2 , on trace la droite $I = 33,6 \text{ mA}$ qui rencontre la courbe aux points de coordonnées (I, f_1) et (I, f_2) .

Les valeurs lues sont : $f_1 = 900 \text{ Hz}$ et $f_2 = 2600 \text{ Hz}$.



b) La bande passante du dipôle RLC et le facteur de qualité du circuit.

La bande passante $\Delta f = f_2 - f_1 = 1700 \text{ Hz}$.

Le facteur de qualité est $Q = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{1500}{1700} = 0,88$.

II – 1. Les formules brute et semi-développée et le nom de A.

A étant un monoacide carboxylique à chaîne saturée on peut lui attribuer pour formule brute : A = $C_nH_{2n+1}COOH$ avec n entier.

La masse molaire de A est alors $M(A) = (14n + 46) \text{ g.mol}^{-1}$ d'une part et d'autre part cette masse a pour valeur $M(A) = 74 \text{ g.mol}^{-1}$.

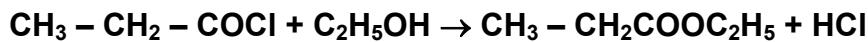
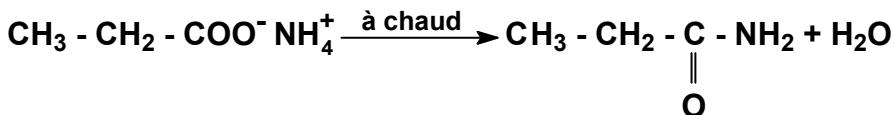
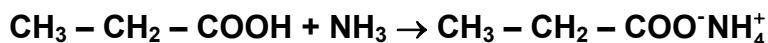
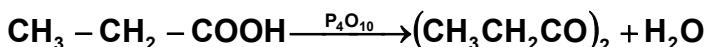
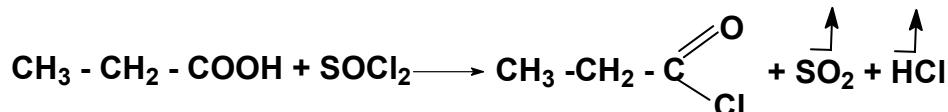
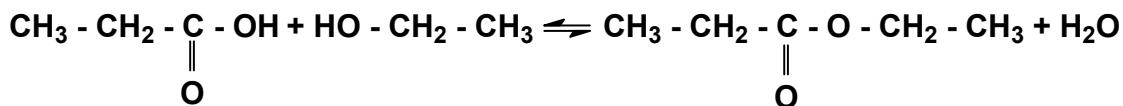
On en déduit $14n + 46 = 74$ et $n = 2$.

Le composé A a pour formules brute : $C_3H_6O_2$ et semi-développée : CH_3CH_2COOH : l'acide propanoïque

2) a) La formule semi-développée et le nom de chacun des composés organiques B, C, D, E et F

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \qquad \\ \text{O} \qquad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{Cl} \\ \\ \text{O} \end{array}$
B est un anhydride d'acide en l'occurrence l'anhydride propanoïque	C est le chlorure de propanoyle
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{NH}_2 \\ \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$
D est une amide : la propanamide	E est un ester : le propanoate d'éthyle
F est un savon : le propanoate de sodium : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-\text{Na}^+$	

b) Les équations bilan des réactions 1 à 5



c) Noms et caractéristiques des réactions 1 et 5.

La réaction ① est une estérification directe. Elle est réversible, lente, athermique et limitée.

La réaction ⑤ est une estérification indirecte. Elle est rapide et totale.

CORRIGÉ : SESSION DE JUIN 2003 - Séries : SE, MTGC, MTI

A - Questions de cours

I - Physique

1. Qu'appelle-t-on oscillation ?

On appelle oscillation le mouvement effectué par un oscillateur pendant une période du mouvement.

Les deux expressions employées dans le texte pour désigner une oscillation

Les expressions employées dans le texte pour désigner une oscillation sont : «allées et venues» et «vibrations».

2. La position d'équilibre ?

La position d'équilibre est désignée par «la position perpendiculaire»

3. La période T du pendule dépend-t-elle ou non de : la masse m de la boule ; la longueur l du fil ?

Le texte permet de montrer que la période T ne dépend pas de la masse : « une bonne centaine d'allées et venues, accomplies par les boules elles-mêmes, m'ont clairement montré qu'entre la période du corps pesant et celle du corps léger, la coïncidence est telle que sur mille vibrations comme sur cent, le premier n'acquiert sur le second aucune avance, fût-ce la plus minime, mais que tous deux ont un rythme de mouvement rigoureusement identique ».

Les pendules de masses différentes («l'une en plomb et l'autre de liège, celle-là au moins cent fois plus lourde que celle-ci») ont la même période.

Par contre le texte ne permet de montrer une dépendance entre la période du pendule et sa longueur.

4. L'expression correcte de la période ?

La période est une grandeur temporelle dont l'unité est par conséquent l'unité de temps qui est la seconde (s).

A partir des équations aux dimensions on trouve :

$[T_1] = \sqrt{\frac{[m]}{[l]}} = \sqrt{\frac{kg}{m}} \Rightarrow [T_1] = kg^{1/2} \cdot m^{1/2} \neq s$	$[T_3] = \sqrt{\frac{[l]}{[m][g]}} = \sqrt{\frac{m}{kg \times m \cdot s^{-2}}} \Rightarrow [T_3] = m^{1/2} \cdot kg^{-1/2} \cdot m^{-1/2} s \neq s$
$[T_2] = \sqrt{\frac{[l]}{[g]}} = \sqrt{\frac{m}{\frac{m}{s^2}}} = s$	$[T_4] = \sqrt{[l]} = m^{1/2} \neq s$

L'expression correcte est celle de T_2 .

Sa valeur pour $l = 4 \times 50 = 200$ cm = 2m et $g = 9,8$ m.s⁻² est : $T_2 = 2,837$ s

5. a) Les pendules ont-ils la même énergie cinétique au passage par leur position d'équilibre ?
L'énergie cinétique E_c d'un pendule est $E_c = 1/2mv^2$, v étant la vitesse acquise pour une position correspondante.

Les masses étant différentes les énergies cinétiques des deux pendules sont différentes.

b) Que dire de l'énergie mécanique au cours du temps ?

L'énergie mécanique des pendules est conservée, les frottements étant négligeables (systèmes isolés).

II - Chimie

1. Expression de la concentration de la constante d'équilibre relative aux concentrations molaires.

Soit l'équilibre, en phase gazeuse : $\alpha A + \beta B \xrightleftharpoons[2]{1} \gamma C + \delta D$

On sait que la vitesse v_1 de la réaction 1 est $v_1 = k_1[A]^\alpha[B]^\beta$ et celle de la réaction 2 est $v_2 = k_2[C]^\gamma[D]^\delta$, k_1 et k_2 étant les constantes de vitesse des réactions 1 et 2 et $[A]$, $[B]$, $[C]$, $[D]$ les concentrations des composés A, B, C et D.

A l'équilibre, la composition globale du mélange ne varie plus on a $v_1 = v_2$.

Par conséquent $k_1[A]^\alpha[B]^\beta = k_2[C]^\gamma[D]^\delta$ ou que $k_c = \frac{[C]^\gamma \times [D]^\delta}{[A]^\alpha \times [B]^\beta}$.

k_1 et k_2 étant des constantes, k_1/k_2 est une constante ; c'est la constante d'équilibre relative aux concentrations et on la note k_c .

Il vient alors $k_c = \frac{[C]^\gamma \times [D]^\delta}{[A]^\alpha \times [B]^\beta}$.

2. *Expression de la constante d'équilibre relative aux pressions partielles k_p à partir de celle de k_c .*

Les constituants A, B, C et D étant gazeux, on peut leur appliquer la loi des gaz parfaits : $PV = nRT$ avec P la pression partielle du gaz, V le volume occupé par le gaz, n le nombre de mole du gaz et T la température absolue du gaz. De cette relation on déduit $P = \frac{n}{V}RT$ et comme $\frac{n}{V}$ est

la concentration du composé on peut alors écrire pour chaque composé de la réaction :

$$P_A = [A].RT, P_B = [B].RT, P_C = [C].RT \text{ et } P_D = [D].RT \Rightarrow$$

$$[A] = \frac{P_A}{RT}, [B] = \frac{P_B}{RT}, [C] = \frac{P_C}{RT} \text{ et } [D] = \frac{P_D}{RT}$$

En portant ces valeurs dans l'expression de k_c il vient :

$$k_c = \frac{P_C^\gamma \times P_D^\delta}{P_A^\alpha \times P_B^\beta} \times RT^{[(\alpha+\beta)-(\gamma+\delta)]}$$

On pose $k_p = \frac{P_C^\gamma \times P_D^\delta}{P_A^\alpha \times P_B^\beta}$, **constante d'équilibre relative aux pressions partielles.**

La relation entre k_c et k_p ?

$$\text{La relation entre les deux constantes est } k_c = k_p \times (RT)^{[(\alpha+\beta)-(\gamma+\delta)]}$$

B - Exercices

I - Physique

1. *La capacité calorifique μ du calorimètre.*

Posons m_1 la masse des 115mL d'eau tiède, $t_1 = 35^\circ\text{C}$, $t_2 = 47^\circ\text{C}$, $t_f = 45^\circ\text{C}$ et μ la capacité calorifique du calorimètre. Pour le calorimètre recevant la quantité de chaleur Q_1 , lui permettant de passer d'une température t_1 à une température t_f , sa capacité calorifique est :

$$\mu = \frac{Q_1}{(t_f - t_1)}$$

La quantité de chaleur absorbée par le calorimètre est cédée par l'eau tiède dont la température passe de t_2 à t_f . On a alors : $Q_1 = m \times c_{\text{eau}}(t_2 - t_f)$, c_{eau} étant la capacité calorifique de l'eau.

$$\text{On déduit : } \mu = \frac{m \times c_{\text{eau}}(t_2 - t_f)}{t_f - t_1}$$

Application numérique : $m = 0,115 \text{ kg}$, $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$, $t_1 = 35^\circ\text{C}$, $t_2 = 47^\circ\text{C}$, $t_f = 45^\circ\text{C}$.

$$\text{On trouve } \mu = \frac{0,115 \times 4180 \times (47 - 45)}{45 - 35} \text{ et } \mu = 96,14 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \text{K}^{-1}$$

2. a) *La chaleur massique C_z du zinc.*

La masse $m_z = 69\text{g}$ cède la quantité de chaleur Q_z lorsque sa température passe de $t_3 = 120^\circ\text{C}$ à $t_f = 50^\circ\text{C}$.

$$\text{Sa chaleur massique est alors } c_z = \frac{Q_z}{m_z(t_f' - t_3)}.$$

Cette chaleur est absorbée par le calorimètre et son contenu dont la température passe de t_f' à t_f : $Q_z = (\mu + mc_{\text{eau}})(t_f' - t_f)$.

$$\text{On en déduit que } c_z = \frac{(\mu + mc_{\text{eau}})(t_f' - t_f)}{m_z(t_f' - t_3)}.$$

Application numérique : $m = 0,115 \text{ kg}$, $m_z = 69.10^{-3} \text{ kg}$, $\mu = 96,14 \text{ J.K}^{-1}$, $t_3 = 120^\circ\text{C}$, $t_f' = 50^\circ\text{C}$, $t_f = 45^\circ\text{C}$, $c_{\text{eau}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$ on trouve $c_z = 597,14 \text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

b) La nouvelle température t_f'' d'équilibre ?

Posons t_f'' la nouvelle température d'équilibre, m' kg la masse correspondant à 28 cm^3 d'eau, et $t_4 = 20^\circ\text{C}$ la température de m' kg d'eau, de l'ensemble (calorimètre + m kg d'eau + m_z kg de zinc + m' kg correspondant à 28 cm^3 d'eau).

Le système (calorimètre + m kg d'eau + m_z kg de zinc) passe de la température t_f' à la température t_f'' , la quantité de chaleur correspondant est $Q_2 = (\mu + mc_{\text{eau}} + m_z c_z)(t_f' - t_f'')$.

Le système m' kg d'eau passe de la température t_4 à la température t_f'' , la quantité de chaleur correspondant est $Q_3 = m'c_{\text{eau}}(t_f'' - t_4)$.

A l'équilibre $Q_2 = Q_3 \Rightarrow$

$$(\mu + mc_{\text{eau}} + m_z c_z)(t_f' - t_f'') = m'c_{\text{eau}}(t_f'' - t_4)$$

$$(\mu + mc_{\text{eau}} + m_z c_z)t_f' - (\mu + mc_{\text{eau}} + m_z c_z)t_f'' = m'c_{\text{eau}}t_f'' - m'c_{\text{eau}}t_4$$

$$(\mu + mc_{\text{eau}} + m_z c_z)t_f' + m'c_{\text{eau}}t_4 = t_f''(\mu + mc_{\text{eau}} + m_z c_z + m'c_{\text{eau}})$$

$$\text{On trouve } t_f'' = \frac{m'c_{\text{eau}} \times t_4 + (\mu + mc_{\text{eau}} + m_z c_z)t_f'}{(\mu + mc_{\text{eau}} + m_z c_z + m'c_{\text{eau}})}.$$

Application numérique : $m = 0,115 \text{ kg}$, $m' = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$, $t_f' = 50^\circ\text{C}$, $m_z = 69.10^{-3} \text{ kg}$, $\mu = 96,14 \text{ J.K}^{-1}$, $c_{\text{eau}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$ on a :

$$t_f'' = \frac{0,028 \times 4180 \times 20 + (96,14 + 0,115 \times 4180 + 0,069 \times 597,14) \times 50}{96,14 + 0,115 \times 4180 + 0,069 \times 597,14 + 0,028 \times 4180} \Rightarrow$$

$$t_f'' = 45,2^\circ\text{C}.$$

II - Chimie

1. a) Les groupes fonctionnels figurant dans cette molécule.

Les groupements fonctionnels présents dans la molécule sont les groupements **acide carboxylique – COOH** et **amine – NH₂**

Le nom de cet acide en nomenclature officielle

Le nom de la valine en nomenclature officielle est «**acide méthyl-3 amino-2 butanoïque**»

b) La molécule A₁ est-elle chirale ?

La molécule A₁ est chirale.

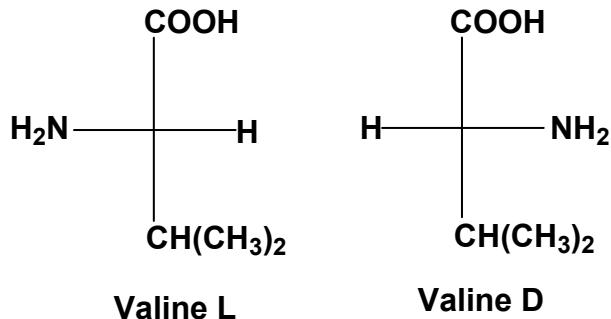
Pourquoi ?

La molécule de A₁ contient un carbone asymétrique (le carbone n°2).

Les représentations de Fischer, des configurations L et D de la valine

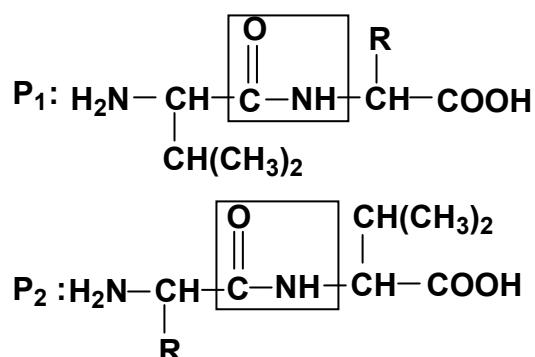
(On rappelle que dans la représentation de Fischer d'un acide α aminé, par convention, le groupe acide est placé en haut de la croix, le radical R en bas.

Si le groupe amine est à droite, la configuration est D, inversement si le groupe amine est à gauche la configuration est L).



2. a) Écris la formule semi-développée plane des deux dipeptides obtenus par la réaction de A₁ sur A₂. Encadre la dans chacune des formules précédentes.

Les dipeptides obtenus sont P₁ et P₂ de formules ci-dessous :



Qu'appelle-t-on liaison peptidique ?

La liaison peptidique ou amidique est la liaison qui résulte de l'élimination intermoléculaire d'une molécule d'eau entre les fonctions acide carboxylique et amine de deux acides α aminés.

b) Détermination de $R = CnH_{2n+1}$ -

La masse molaire du dipeptide est :

$M(P_1) = 7 \times 12 + 14n + 48 + 28 = 216$; on en déduit $n = 3$ (n entier) et **R = C₃H₇ – radical propyle.**

C - Problème

1 - 1. L'expression en fonction du temps de la tension u_{AD} ?

La tension u_{AD} est une tension alternative sinusoïdale ; son expression est de la forme $u_{AD} = U_m \cos(\omega t + \phi)$ dans laquelle les valeurs des grandeurs U_m , la tension maximale, ω la pulsation ($\omega = 2\pi/T$ avec T la période de u_{AD}) et ϕ la phase à l'origine des temps ($t = 0$) sont à déterminer. A partir de la figure 1 l'on constate que le maximum atteint par u_{AD} est de 2 cm et qu'une oscillation «dure» 8 cm. Or on a à partir des caractéristiques de l'oscilloscope que :

- le balayage horizontal Ox de 1cm dure $2,5 \cdot 10^{-3}$ s, par conséquent pour la période T qui s'étale sur 8 cm on a : $T = 2,5 \cdot 10^{-3} \times 8 = 2 \cdot 10^{-2}$ s et que $\omega = 2\pi/T = 200\pi/2 = 314$ rad/s.
 - le balayage vertical donne une valeur de 5V de la tension pour 1 cm, par conséquent la valeur de U_m correspondant à 2 cm sur le graphe est $U_m = 2 \times 5 = 10$ V.

A l'origine O des axes la courbe u_{AD} est nulle, décroissante :

$$\Rightarrow A \ t = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} u_{AD} = 0 \Rightarrow U_m \cos \phi = 0 \Rightarrow \cos \phi = 0 \\ \text{et} \\ \frac{du_{AD}}{dt} < 0 \Rightarrow -U_m \omega \sin \phi < 0 \Rightarrow \sin \phi < 0 \end{array} \right\} \Leftrightarrow \phi = -\pi/2.$$

L'expression de u_{AD} est $u_{AD} = 10 \cos(314t - \pi/2)$.

2. Les déphasages entre l'intensité $i_{AD} = i$ et la tension u_{AD} pour les dipôles 1 et 2.

L'intensité $i_{AD} = i$ est le courant instantané qui circule dans le circuit.

Circuit 1, figure 1: Le décalage horaire Δt entre les courbes u_{AD} et u_{BD} représenté par 1 cm est

$$\Delta t = \Delta\phi/\omega = T/8 \Rightarrow \Delta\phi = \omega \cdot \frac{T}{8} = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{8} \Rightarrow \Delta\phi = \frac{\pi}{4} \text{ rad} \Rightarrow u_{AD} \text{ est en quadrature avance sur } u_{BD},$$

$$\Delta\phi = \phi_{u_{AD}} - \phi_{u_{BD}} = \frac{\pi}{4}; \text{ or } u_{BD} \text{ la tension aux bornes de la résistance } r_1 \text{ est telle que } u_{BD} = r_1 i \text{ (loi d'Ohm appliquée à une résistance pure)} \Rightarrow i = \frac{u_{BD}}{r_1}.$$

Par conséquent u_{BD} et i ont la même phase et u_{AD} est donc en quadrature avance sur l'intensité i .

Cas correspondant au dipôle 2

Circuit 2, figure 2 : u_{AD} et u_{BD} sont en phase et par conséquent u_{AD} et i sont aussi en phase : c'est la résonance d'intensité.

3. La résistance r de la bobine

Circuit 2, figure 2 : A la résonance, l'intensité est maximale et notée I_{max} , et l'impédance Z du circuit est minimale :

$$Z = r_1 + r_2 + r = \frac{U_{AD_{max}}}{I_{max}} \text{ avec } U_{AD_{max}} = U_m = 10V.$$

$$\text{On en déduit que } r = \frac{U_m}{I_{max}} - (r_1 + r_2) \Rightarrow I_{max} = ?$$

Calcul de I_{max} :

On a aux bornes de la résistance r_1 par application de la loi d'Ohm :

$$I_{max} = \frac{U_{BD_{max}}}{r_1}.$$

La tension $u_{BD_{max}}$ est représentée par 4 divisions à 0,5 V par division, c'est-à-dire $u_{BD_{max}} = 4 \times 0,5$ et $u_{BD_{max}} = 2V$. Sachant que $r_1 = 10\Omega$, on trouve $I_{max} = 0,2A$ et $r = 8\Omega$ par application numérique.

La valeur de l'inductance L de la bobine ?

Circuit 1, figure 1 : Le déphasage entre la tension u_{AD} et l'intensité i qui traverse le circuit est $\phi_{u/i}$

$$= \Delta\phi_1 = \phi_{u_{AD}} - \phi_{u_{BD}} = \frac{\pi}{4}.$$

$$\text{On a } \operatorname{tg}\phi_{u/i} = \frac{L\omega}{r_1 + r_2 + r} \Rightarrow L = \frac{(r_1 + r_2 + r)\operatorname{tg}\phi_{u/i}}{\omega}.$$

On trouve $L = 0,159H$ ou $L \approx 0,16H$.

La valeur de la capacité C du condensateur

Circuit 2, figure 2 : A la résonance, $L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow LC\omega^2 - 1 = 0$ et $C = \frac{1}{L\omega^2}$.

Sachant que $L = 0,16\text{H}$ et $\omega = 314 \text{ rad/s}$ on trouve $C = 6,34 \cdot 10^{-5}\text{F}$.

II - 1. a) Une des solutions diluées est une solution d'acide faible et l'autre une solution d'acide fort ?

Les solutions S_1 et S_2 , après prélèvement ont toujours le même pH de 2,4, les concentrations des ions hydronium sont les mêmes dans les deux solutions.

Après dilution les concentrations des ions protonium dans chacune des solutions prélevées est

multipliée par le coefficient de dilution : $\frac{V_f}{V_i}$, $V_i = 10 \text{ mL}$ et $V_f = 50 \text{ mL}$.

La nouvelle concentration des ions hydronium c_f d'une solution est devenue $c_f = c_i \frac{V_i}{V_f} = \frac{c_i}{5}$, c_i

étant la concentration initiale correspondant à pH = 2,4.

Les pH sont devenus $pH_1 = 3,1$ pour la solution S_1 et $pH_2 = 6,25$ pour la solution S_2 .

Calculons le pH de la nouvelle solution contenant c_f mol/L et en la considérant comme une solution d'acide fort.

Le pH d'un acide fort est égal au cologarithme décimal de sa concentration :

$$\text{pH} = -\log \frac{c_i}{5} = -\log c_i + \log 5 = 2,4 + \log 5 = 2,4 + 0,69 = 3,09 \approx 3,1.$$

La solution S_1 est la solution d'acide fort.

(Une autre possibilité est le calcul des concentrations des ions hydronium des deux solutions après dilution.

Pour la solution S_1 diluée on a $[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10^{-\text{pH}_1} = 10^{-3,1} \Leftrightarrow$

$[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ et pour S_2 diluée :

$[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 10^{-\text{pH}_2} = 10^{-6,25} = 5,62 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$.

$[\text{H}_3\text{O}^+]_1 > [\text{H}_3\text{O}^+]_2$.

Un acide plus fort qu'un autre fournit, à molarité égale, un plus grand nombre d'ions hydronium et comme dans le cas présent les deux solutions ont subit la même dilution, la solution S_1 est la solution d'acide fort).

b) La concentration de la solution initiale d'acide fort ?

La concentration de la solution S_1 est $c_1 = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,4} = 3,9$.

On a $c_1 \approx 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$.

2. a) La concentration de l'acide faible dans la solution finale ?

Soient c_1 et c_2 les concentrations respectives des solutions S_1 et S_2 initiales, v le volume des solutions S_1 et S_2 , V et V' les volumes respectifs de solution d'hydroxyde de sodium de concentration c_3 ayant servi à la neutralisation des volumes v de solutions S_1 et S_2 , on a $c_1 = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, $V' = 25V$.

Au point équivalent on a :

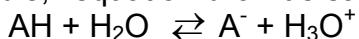
- pour la solution S_1 : $c_1 v = c_3 V$ ①

- pour la solution S_2 : $c_2 \times v = c_3 \times V'$ ou $c_2 \times v = 25 \times c_3 \times V$ ②.

En faisant ②/① on trouve $c_2 = 25 \times c_1 = 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$.

b) La concentration de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution initiale d'acide faible.

Posons AH la formule de l'acide faible, l'équation bilan de sa dissolution s'écrit :



Les espèces présentes dans la solution sont : les molécules AH d'acide non dissociées, les anions A⁻, les ions oxonium H₃O⁺ et les ions hydroxyde OH⁻. Le pH de la solution étant 2,4 on a [H₃O⁺] = 10^{-2,4} = 4.10⁻³ mol.L⁻¹.

Le produit ionique de l'eau donne :

$$[\text{OH}^-] = \frac{k_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{4.10^{-3}} \text{ et } [\text{OH}^-] = 2,5.10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}.$$

La neutralité électrique de la solution donne :

$$[\text{A}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+].$$

On en déduit [A⁻] = [H₃O⁺] - [OH⁻] ≈ [H₃O⁺] (les ions OH⁻ sont minoritaires) ⇒ [A⁻] = 4.10⁻³ mol.L⁻¹.

La conservation de la matière donne : [AH] + [A⁻] = c₂.

$$\text{On déduit } [\text{AH}] = c_2 - [\text{A}^-] \Rightarrow [\text{AH}] = 10^{-1} - 4.10^{-3} \Rightarrow [\text{AH}] = 9,6 \text{ mol.L}^{-1}.$$

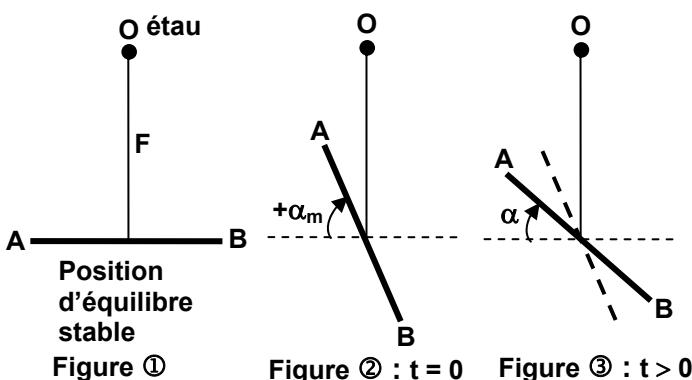
CORRIGÉ : SESSION DE JUIN 2004 - Série : SE, MTI, MTGC

A – Questions de cours

I – Physique

1) Les équations différentielles et horaire du mouvement d'un pendule de torsion

Une tige en acier de longueur AB, disposé horizontalement, est solidaire en son milieu d'un fil d'acier F élastique disposé verticalement, à une extrémité du fil. L'autre extrémité du fil F est maintenue immobile dans un étau. Le fil d'acier F est un fil de torsion, caractérisé par sa constante de torsion C.



Lorsque le système est en équilibre stable aucune contrainte n'est exercée sur le fil F (figure ①). De cette position d'équilibre stable on fait tourner la tige AB d'un angle α_m et à l'instant t = 0 on le lâche (figure ②). La barre AB se met à osciller autour de sa position d'équilibre stable entre les positions $-\alpha_m$ et $+\alpha_m$. Soit α ($-\alpha_m \leq \alpha \leq +\alpha_m$) la position de la tige AB en un instant t quelconque (figure ③), la loi dynamique pour un solide en rotation autour d'un axe s'écrit :

$$J \frac{d^2\alpha}{dt^2} = -C\alpha \text{ ou } \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{C}{J}\alpha = 0. \quad J \text{ est le moment d'inertie du pendule et } C \text{ la constante de torsion du fil F.}$$

L'équation $\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{C}{J}\alpha = 0$ est l'équation différentielle du pendule de torsion. J et C du fil sont des grandeurs positives.

$$\text{En posant } \frac{C}{J} = \omega^2 \text{ l'équation différentielle devient } \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \omega^2\alpha = 0.$$

Cette équation est analogue à celle d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$ dont la solution est $x = \text{acos}(\omega t + \phi)$.

De même la solution de l'équation différentielle du pendule de torsion est $\alpha = \alpha_m \cos(\omega t - \phi)$, avec ω (en rad/s) la pulsation du mouvement et ϕ (en rad) la phase à l'origine des temps.

$\alpha = \alpha_m \cos(\omega t - \phi)$ est l'équation horaire du mouvement du pendule de torsion.

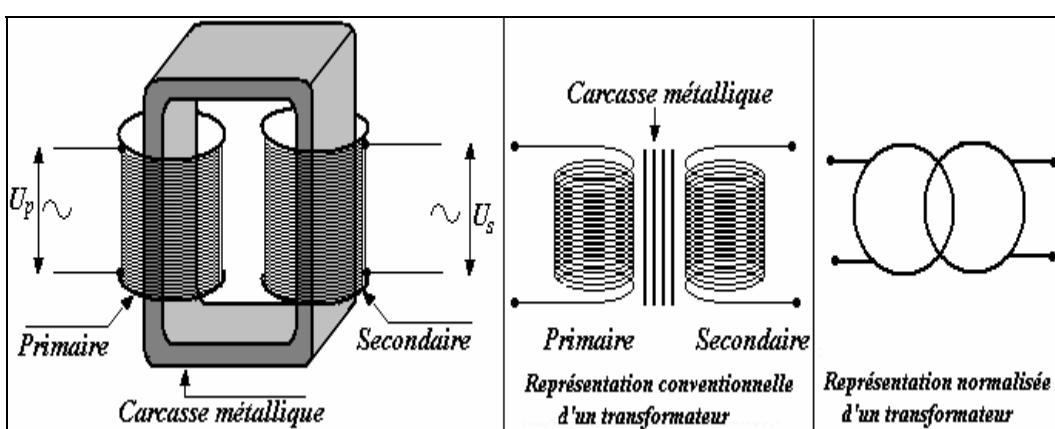
Les expressions de la pulsation ω , de la fréquence f et de la période T propres des oscillations.

On sait que la pulsation ω est telle que $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ avec f et T respectivement les fréquence et période propres du pendule de torsion.

$$\text{De l'expression } \frac{C}{J} = \omega^2 \text{ on déduit } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{J}} \text{ et } T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{C}}.$$

2) Définition du transformateur

Un transformateur est un appareil quadripolaire statique à induction électromagnétique qui transforme un système de courants variables en un ou plusieurs autres systèmes de courants variables de même fréquence, mais d'intensité ou de tension différentes.



Principe de fonctionnement

Il apparaît toujours aux bornes d'un circuit ouvert une ddp induite chaque fois que ce circuit est soumis de façon variable à l'action d'un champ magnétique. Dans le cas où le circuit est fermé la tension induite est source de courant induit. Dans le cas d'un transformateur le secondaire est soumis à l'action d'un champ magnétique variable au cours du temps (champ alternatif).

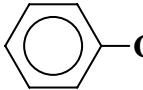
Une carcasse de fer de forme généralement rectangulaire porte deux enroulements ou bobines constitués de spires : le **primaire** dont les bornes seront reliées à un générateur de courant alternatif, le **secondaire** dont les bornes seront reliées au circuit utilisateur (voir figure ci-dessous). Les nombres de spires des deux enroulements sont en général différents.

Le passage du courant alternatif dans le primaire crée dans cet enroulement un champ magnétique alternatif dont l'intensité est proportionnelle à l'intensité du courant et aux caractéristiques du primaire. La carcasse métallique canalise les lignes de champ magnétique vers le secondaire. Le flux variable ainsi reçu par le secondaire, induit dans le secondaire, un courant alternatif de même fréquence que celui dans le courant du primaire ou encore aux bornes du secondaire une tension induite dont l'amplitude dépend des caractéristiques des deux enroulements. Le rapport des amplitudes des tensions U_s de sortie aux bornes du secondaire et de rentrée U_p aux bornes du primaire est sensiblement égal au rapport des

nombre de spires N_p du primaire et N_s du secondaire : $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$. Si $\frac{N_p}{N_s} < 1 \Rightarrow U_p < U_s$ le transformateur est survolteur et $\frac{N_p}{N_s} > 1$ le transformateur est sous - volteur (abaisseur de tension).

II – Chimie

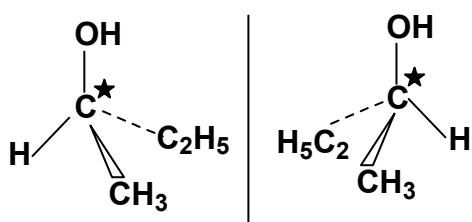
1) a) Nomenclature officielle des composés A, B, C, D

(A)	$\text{CH}_3 - \overset{*}{\text{C}}\text{HOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Butan-2 ol
(B)		Éthanoate de phénylethyle
(C)	$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$	But-2 ène
(D)	$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$	propène

b) - L'origine de la chiralité

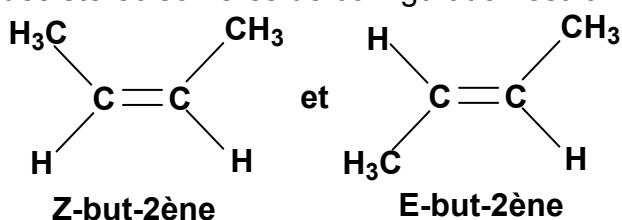
Le composé A est chiral parce que possédant dans sa molécule un carbone asymétrique : le carbone n°2

- Une représentation spatiale de chacun des énantiomères



c) Les représentations spatiales et les noms de ces isomères

La molécule qui présente des stéréoisomères de configuration est la molécule C.



d) Les formules semi-développées de cet alcool, de cet acide et les caractéristiques de la réaction

Le composé B peut être obtenu à partir de l'alcool de formule $\phi - \text{CH}_2\text{OH}$ et de l'acide carboxylique de formule CH_3COOH .

La réaction entre ces deux composés est une réaction d'estérification-hydrolyse. Elle est limitée, lente et athermique.

2) Définition d'une réaction en chaîne

Une réaction en chaîne est une réaction dont le mécanisme met en jeu des radicaux ou centres actifs, un radical étant un atome ou un groupe d'atomes possédant un électron célibataire.

Les différentes phases d'une réaction en chaîne

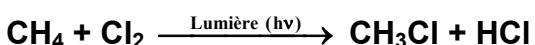
Les différentes phases d'une réaction en chaîne sont :

- La phase d'initiation au cours de laquelle il y'a formation de radicaux par rupture homolytique d'une liaison covalente (chacune des entités formées emporte un électron issu de la liaison covalente). La rupture homolytique a lieu soit par photolyse (l'énergie absorbée pour la rupture de la liaison covalente est d'origine lumineuse), soit par thermolyse (élévation de la température du milieu réactionnel) soit par le choc d'une molécule avec un autre radical. Le radical formé au cours de cette étape est appelé un centre actif.
- La phase de propagation constituée par un maillon de la chaîne ou ensemble des étapes de propagation débute par un acte élémentaire au cours duquel un centre actif (radical formé lors de la phase d'initiation) réagit avec une molécule du milieu et se termine par un acte élémentaire au cours duquel ce centre actif est régénéré. Le centre actif est consommé au cours d'un acte élémentaire et ce même centre réapparaît au cours d'un autre acte élémentaire. Il est appelé le porteur de chaîne.

La phase de rupture ou de terminaison au cours de laquelle les centres actifs, mis en jeu dans le mécanisme réactionnel sont consommés.

Exemple

La réaction de chloration du méthane :



- Initiation : formation de centre actif $\text{Cl}-\text{Cl} \xrightarrow{\text{hv}} \text{Cl}^\bullet + \text{Cl}^\bullet$
- Propagation : deux actes élémentaires
 $\text{Cl}^\bullet + \text{H}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{Cl}-\text{H} + \text{CH}_3^\bullet$ et $\text{CH}_3^\bullet + \text{Cl}-\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3-\text{Cl} + \text{Cl}^\bullet$
- Rupture : trois actes élémentaires
 $\text{Cl}^\bullet + \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{Cl}_2$, $\text{Cl}^\bullet + \text{CH}_3^\bullet \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$ et $\text{CH}_3^\bullet + \text{CH}_3^\bullet \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$.

B - Exercices

I – Physique

1) Définition de l'effet photoélectrique

La photoélectricité consiste en l'émission d'électron par la matière, en l'occurrence un métal, sous l'action de la lumière.

Énoncés des lois de l'effet photoélectrique

- Pour un métal pur, l'émission photoélectrique ne se produit que si la fréquence ν de la lumière excitatrice est supérieure à une fréquence limite ν_0 caractéristique de ce métal et appelée fréquence seuil photoélectrique du métal.
- L'émission photoélectrique est instantanée.
- L'intensité de l'émission photoélectrique est proportionnelle à la puissance rayonnante reçue par la cathode.
- L'énergie maximale des électrons qui sortent du métal de la cathode est indépendante de la puissance rayonnante reçue par la cathode d'une part et est une fonction croissante de la fréquence de la radiation qui frappe la cathode d'autre part.
- L'énergie transportée par une radiation de fréquence ν a une structure discontinue : elle est répartie en « grains », ou **photons**, transportant chacun le même quantum d'énergie $h\nu$, égal au produit de la fréquence de la radiation par la constante de Planck h .

2) a) La lumière verte ($\lambda_v = 0,546 \mu\text{m}$) et la lumière jaune ($\lambda_j = 0,578 \mu\text{m}$) peuvent-elles extraire un électron de ce métal

L'émission photoélectrique ne se produit que si l'énergie W d'un photon de la lumière excitatrice est supérieure à l'énergie d'extraction W_0 d'un électron du potassium : $W > W_0$.

Sachant que l'énergie W d'un photon de longueur d'onde λ a pour expression $W = \frac{hc}{\lambda}$

(h constante de Planck et c célérité de la lumière dans le vide) celle λ_0 correspondant à la longueur d'onde seuil du potassium est $\lambda_0 = \frac{hc}{W_0}$.

Application numérique : $W_0 = 2,2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ et $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ on trouve $\lambda_0 = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{2,2 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow \lambda_0 = 0,565 \mu\text{m}$.

Comme $W > W_0$ on a donc la longueur d'onde λ de la lumière excitatrice est inférieure à la longueur d'onde seuil λ_0 du potassium **par conséquent seule la lumière verte ($\lambda_v = 0,546 \mu\text{m} < \lambda_0 = 0,565 \mu\text{m}$) peut extraire un électron du potassium.**

b) La vitesse maximale d'émission des électrons

L'énergie W d'un photon de la radiation verte sert à l'extraction d'un électron et à lui faire acquérir une vitesse v . On a $W = W_0 + E_c$; E_c étant l'énergie cinétique acquise par l'électron. En posant m comme masse de l'électron il vient :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2 \times E_c}{m}}$$

$$E_c = W - W_0 = \frac{hc}{\lambda_v} - \frac{hc}{\lambda_0} \text{ et } v = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda_v} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$$

Application numérique : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $m = 0,91 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$, $\lambda_v = 0,546 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, $\lambda_0 = 0,565 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6,6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \times \frac{1}{10^{-6}} \left(\frac{1}{0,546} - \frac{1}{0,565} \right) \Rightarrow v \approx 1,64 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

c) La vitesse les électrons

L'application du théorème de l'énergie cinétique à l'électron entre la cathode où sa vitesse est v et l'anode où sa vitesse est v' donne :

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v'^2 - v^2 = \sqrt{\frac{2\Delta E_c}{m}} \text{ et } v' = \sqrt{\frac{2\Delta E_c}{m} + v^2}$$

L'énergie ΔE_c acquise entre la cathode et l'anode par l'électron de charge $|e|$ sous la ddp U est : $\Delta E_c = |e| \cdot U$. En définitive on a $v' = \sqrt{\frac{2|e| \cdot U}{m} + v^2}$.

Application numérique : $m = 0,91 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$, $U = 30 \text{ V}$, $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $v = 1,64 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$ on trouve $v' = 3,25 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$.

II – Chimie

1) L'équation bilan de la réaction et le nom officiel de l'acétate d'isoamyle



2) a) Les nombres de moles d'alcool n_{alcool} et d'acide n_{acide} à $t = 0$

On pose m_{alcool} , m_{acide} les masses d'alcool et d'acide du mélange, M_{alcool} , M_{acide} les masses molaires de l'alcool et de l'acide, V_{alcool} , V_{acide} les volumes d'alcool et d'acide, ρ_{alcool} et ρ_{acide} les

masses volumiques de l'alcool et de l'acide on a $n_{\text{alcool}} = \frac{m_{\text{alcool}}}{M_{\text{alcool}}}$, $\rho_{\text{alcool}} = \frac{m_{\text{alcool}}}{V_{\text{alcool}}}$ et

$$n_{\text{alcool}} = \frac{\rho_{\text{alcool}} \times V_{\text{alcool}}}{M_{\text{alcool}}} \text{. De même on a } n_{\text{acide}} = \frac{\rho_{\text{acide}} \times V_{\text{acide}}}{M_{\text{acide}}}.$$

Application numérique : $\rho_{\text{acide}} = 1,05 \cdot 10^3 \text{ g/L}$, $\rho_{\text{alcool}} = 0,81 \cdot 10^3 \text{ g/L}$, $M_{\text{alcool}} = 88 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{\text{acide}} = 60 \text{ g.mol}^{-1}$ on trouve $n_{\text{alcool}} = 1,003$ et $n_{\text{acide}} = 1,002$ c'est-à-dire $n_{\text{alcool}} = n_{\text{acide}} \approx 1 \text{ mol}$.

b) *En déduire la composition en moles du mélange à l'équilibre*

Sachant que l'alcool est primaire la composition du mélange à l'équilibre est :

alcool	acide	ester	eau
$\frac{1}{3} \text{ mol}$	$\frac{1}{3} \text{ mol}$	$\frac{2}{3} \text{ mol}$	$\frac{2}{3} \text{ mol}$

c) *La constante d'équilibre de cette réaction*

L'expression de la constante d'équilibre k_c est $k_c = \frac{[\text{ester}][\text{eau}]}{[\text{alcool}][\text{acide}]}$ avec $[\text{ester}]$, $[\text{eau}]$, $[\text{alcool}]$ et $[\text{acide}]$ les concentrations respectives d'ester, d'eau, d'alcool et d'acide. En posant V le volume du mélange on a : $[\text{ester}] = \frac{n_{\text{ester}}}{V}$, $[\text{eau}] = \frac{n_{\text{eau}}}{V}$, $[\text{alcool}] = \frac{n_{\text{alcool}}}{V}$, $[\text{acide}] = \frac{n_{\text{acide}}}{V}$.

$$\text{A l'équilibre il vient : } k_c = \frac{\frac{2}{3V} \times \frac{2}{3V}}{\frac{1}{3V} \times \frac{1}{3V}} \Rightarrow k_c = 4.$$

3) a) *Le sens de déplacement de l'équilibre*

L'équilibre se déplace dans le **sens de l'estérification**.

b) *En déduire la quantité de matière d'acétate d'isoamyle formé*

	acide	+	alcool	\rightleftharpoons	eau	+	ester
État initial	$\frac{1}{3} + 1$		$\frac{1}{3}$		$\frac{2}{3}$		$\frac{2}{3}$
État final	$\frac{4}{3} - x$		$\frac{1}{3} - x$		$\frac{2}{3} + x$		$\frac{2}{3} + x$

$$\text{On a } k_c = \frac{\left(\frac{2}{3} + x\right)^2}{\left(\frac{4}{3} - x\right)\left(\frac{1}{3} - x\right)} = 4 \Rightarrow x^2 + \frac{4}{3}x + \frac{4}{9} = 4\left(x^2 - \frac{4}{3}x - \frac{1}{3}x + \frac{4}{9}\right) \Leftrightarrow 9x^2 + 24x + 4 = 0.$$

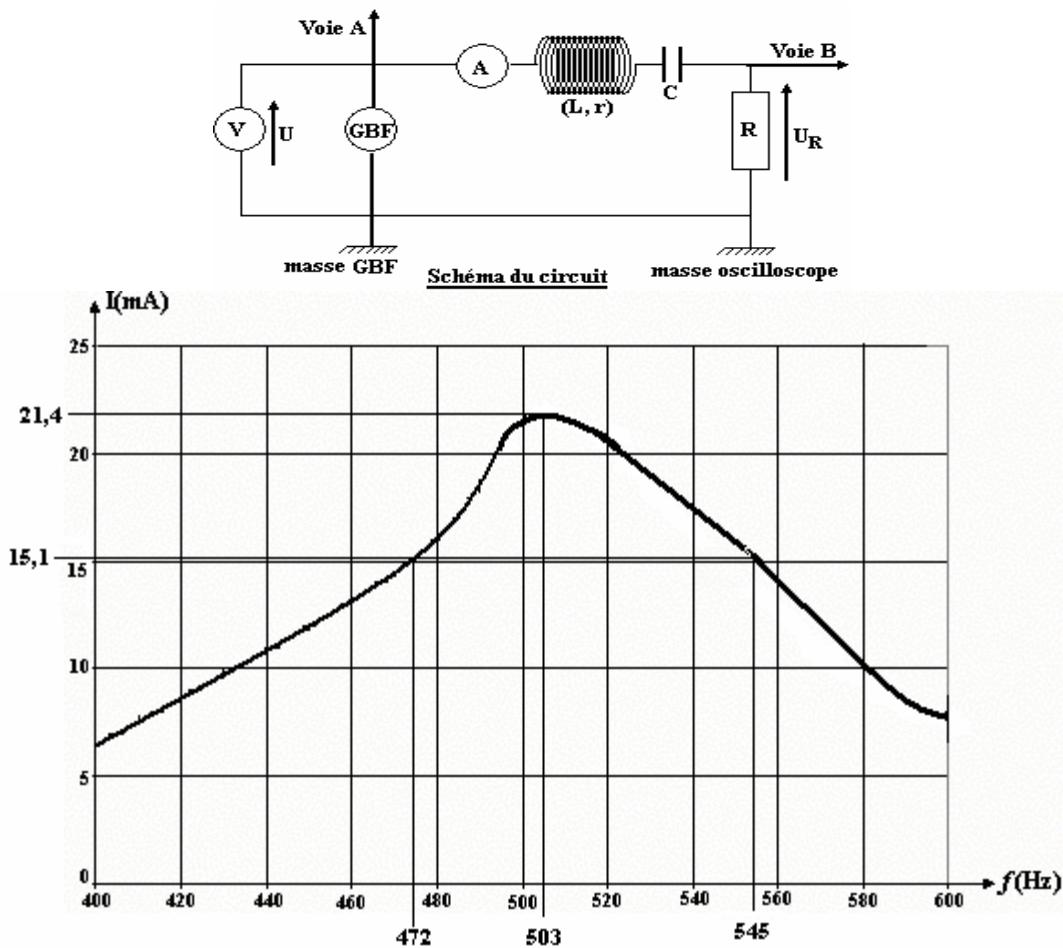
Les racines de cette équation sont $x_1 = 2,488$ et $x_2 = 0,178$.

La racine x_1 est physiquement impossible car supérieure à $\frac{1}{3}$ par conséquent $x = x_2 \approx 0,18$.

La quantité d'acétate d'isoamyle est $\frac{2}{3} + 0,18 = 0,85 \text{ mol}$.

C – Problème

I – 1) Le schéma du circuit ainsi que la courbe de variations de I quand f varie



2) a) Le nom du phénomène

Le phénomène est une résonance d'intensité

b) La relation liant f_0 , L et C . Calcul de C .

$$\text{La relation liant } f_0, L \text{ et } C \text{ est } 4\pi^2 f_0^2 LC = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L}.$$

Application numérique : $L = 0,2 \text{ H}$, $f_0 = 503 \text{ Hz}$ on trouve $C = 5 \cdot 10^{-7} \text{ F}$.

c) Détermination graphique de la bande passante $\Delta f = f_2 - f_1$

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \text{ avec } I_0 = 21,4 \text{ mA à partir du graphe} \Rightarrow I = 15,1 \text{ mA. Graphiquement les valeurs des fréquences sont } f_1 = 472 \text{ Hz et } f_2 = 545 \text{ Hz et la bande passante } \Delta f = f_2 - f_1 = 73 \text{ Hz.}$$

d) La signification du facteur de qualité

Le facteur de qualité est le coefficient de surtension ; il exprime la sélectivité du circuit.

Plus le facteur de qualité du circuit est grand plus la résonance est aigüe.

$$\text{e) Calcul de } Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{503}{73} = 6,9.$$

f) Les variations des grandeurs en fonction de l'augmentation de la résistance ($R + r$)
La bande passante est d'autant plus grande que la résistance ($R + r$) est plus grande
 $(\Delta f = \frac{R+r}{2\pi L})$. Le facteur de qualité est d'autant plus grand que la résonance est plus aigue

c'est-à-dire qu'il augmente quand la résistance totale du circuit diminue ($Q = \frac{L\omega_0}{R+r}$).

3) Représentation des courbes $u(t)$ et $i(t)$

Soit k le calibre des déviations verticales, d et d' respectivement les longueurs verticales sur l'écran respectivement des amplitudes $U_m = U\sqrt{2}$ de la tension $u(t)$ et $I_m = I\sqrt{2} = RI_0\sqrt{2}$; on a $U\sqrt{2} = kd$ et $RI_0\sqrt{2} = kd'$.

Application numérique : $U = 2,8$ V, $R = 100\Omega$ et $I_0 = 21,4$ mA $d = \frac{U\sqrt{2}}{k} = \frac{2,8 \times \sqrt{2}}{1} = 4$ cm et

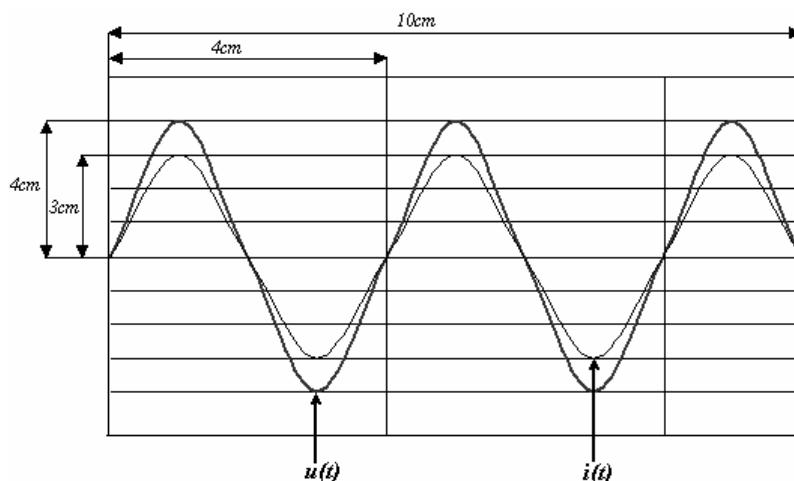
$$d' = \frac{RI_0\sqrt{2}}{k} = \frac{100 \times 21,4 \times 10^{-3} \sqrt{2}}{1} = 3 \text{ cm.}$$

Le calibre de la base de temps est $n = 5 \cdot 10^{-4}$ s/cm.

La période T_0 est telle que $T_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{503} \approx 2 \cdot 10^{-3}$ s.

La distance D correspondant à T_0 est $D = \frac{T_0}{n} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-4}} = 4$ cm.

On voit sur l'écran de l'oscilloscope deux sinusoïtes et demie



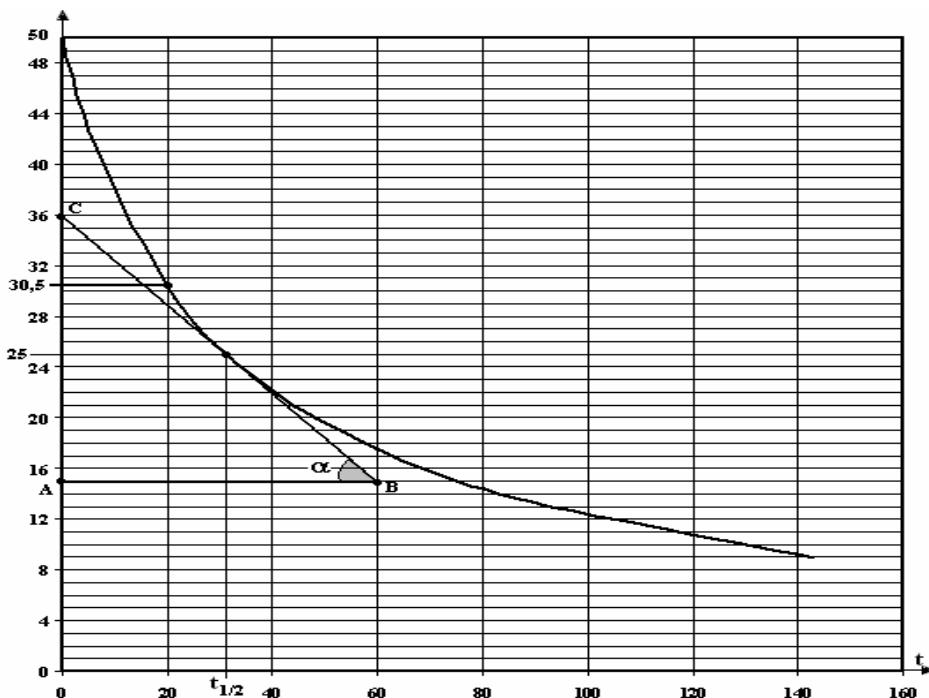
II – 1) Écrire l'équation de la réaction



2) La relation entre n_A et n_B

Le mélange choisi est un mélange stœchiométrique : $n_A = n_B$

3) La courbe $n_A = f(t)$



4) a) La composition quantitative (en moles) du milieu réactionnel à la date $t = 20 \text{ min}$

On peut lire qu'à $t = 20 \text{ min}$, $n_A = 30,5 \Rightarrow n_{\text{savon}} = (50 - 30,5) \cdot 10^{-3} = 19,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

La composition du mélange est :

$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	$(\text{Na}^+ + \text{OH}^-)$	$\text{CH}_3\text{COO}^- \text{Na}^+$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
$30,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$30,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$19,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$19,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

b) L'instant $t_{1/2}$ correspondant à la disparition de la moitié du composé A

Le temps $t_{1/2}$ de demi-réaction correspond à la disparition de la moitié de la quantité initiale de réactif c'est-à-dire $n_A = 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

Le temps correspondant est sur le graphe environ $t_{1/2} = 31 \text{ min}$.

c) La vitesse de disparition de A en fonction du temps

La vitesse de disparition de A diminue en fonction du temps (A est un réactif).

d) La valeur de la vitesse $V_{t_{1/2}}$ en $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ à la date $t_{1/2}$

On a la vitesse $V_{t_{1/2}}$ à l'instant est telle que :

$$V_{t_{1/2}} = \tan \alpha = \frac{AC}{AB} = \frac{36 - 15}{60} \times 10^{-3} \Rightarrow V_{1/2} = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

CORRIGÉ : Baccalauréat malien : SESSION DE JUIN 2005 - Série : SE – MTI - MTGC

A Question de cours

I – Physique

1) - Enoncé du 1^{er} principe de la thermodynamique

La variation de l'énergie interne d'un système ne dépend que de l'état final.

- Définition d'une onde électromagnétique : Voir CORRIGÉ : SESSION DE JUIN 1996 - Série : SB

- Définition d'un dipôle

Un dipôle est tout composant électrique ayant deux pôles ou tout système électrique relié à l'extérieur par deux bornes.

2. Répondre par Vrai ou Faux en justifiant votre réponse :

- ❖ Une enceinte adiabatique est un milieu qui a :
 - un échange de chaleur avec le milieu extérieur : **Faux**
 - pas d'échange de chaleur avec le milieu extérieur : **Vrai car une enceinte adiabatique est un système thermiquement isolé.**

- ❖ On dit qu'un pendule simple de longueur $l = 1 \text{ m}$ bat la seconde si sa période est $T = 2 \text{ s}$:

$$\text{Vrai ; } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \times 3,14 \sqrt{\frac{1}{9,8}} = 2,006 \approx 2 \text{ s}$$

- $T = 1 \text{ s}$: **Faux**

- ❖ L'œil humain peut percevoir la lumière dont les longueurs d'ondes sont :

- Comprises entre $0,4 \mu\text{m}$ et $0,8 \mu\text{m}$: **Vrai : domaine du spectre visible**
- Inférieures à $0,4 \mu\text{m}$ et supérieures à $0,8 \mu\text{m}$: **Faux**

- ❖ Une particule chargée se déplace dans un champ magnétique :

• elle est accélérée par la force de Lorentz : **Faux : le champ magnétique ne modifie ni l'énergie cinétique de la particule, ni l'intensité de la vitesse de la particule chargée ; le mouvement de la particule est uniforme, le champ magnétique ne pouvant modifier que la direction du vecteur vitesse de la particule**

• elle est accélérée par la force de Newton : **Faux : cette force a lieu entre deux masses**

• elle est accélérée par la force de Coulomb : **Faux : cette force a lieu entre deux charges**

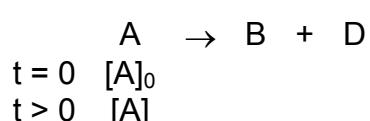
• elle se déplace à vitesse constante : **Vrai : la variation de l'énergie cinétique de la particule est nulle**

II - CHIMIE

- ❖ Etablir l'expression de la loi de variation de la concentration d'une réaction du premier ordre

Soit $A \rightarrow B + D$ l'équation d'une réaction d'ordre 1 pour laquelle la concentration $[A]_0$ du réactif A à l'instant initial est c_0 .

On a :



La vitesse de disparition du composé, à un instant quelconque $t > 0$, est d'une part : $V_A = -\frac{d[A]}{dt}$ et d'autre part $V_A = k[A]$ avec $[A]$ la concentration de A à l'instant $t > 0$ et k la constante de vitesse.

Il vient l'égalité : $-\frac{d[A]}{dt} = k[A]$ ou encore $\frac{d[A]}{[A]} = -k dt \Rightarrow \int \frac{d[A]}{[A]} = -k \int dt$.

On obtient alors $\ln[A] = -kt + \text{constante}$.

Sachant qu'à $t = 0$ on $[A] = [A]_0$, il vient $\ln[A]_0 = \text{constante}$ et la solution devient :

$$\ln[A] - \ln[A]_0 = -kt \Leftrightarrow \ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt. \text{ On en déduit que } \frac{[A]}{[A]_0} = e^{-kt} \text{ et } [A] = [A]_0 \cdot e^{-kt}.$$

❖ Définition du temps de demi réaction

Le temps de demi réaction est le temps au bout duquel la concentration initiale du réactif a diminué de moitié.

Expression du temps $t_{1/2}$ de demi réaction pour la réaction d'ordre 1

$$\frac{[A]_0}{2}$$

$$\text{Par définition, à } t = t_{1/2} \text{ on a } [A] = [A]_0/2, \text{ c'est-à-dire } \frac{2}{[A]_0} = e^{-kt_{1/2}} \Leftrightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{e^{kt_{1/2}}} \text{ ou encore}$$

$$e^{kt_{1/2}} = 2. \text{ On a alors } kt_{1/2} = \ln 2 \Leftrightarrow t_{1/2} = \frac{0,693}{k}; \text{ le temps de demi réaction d'une réaction}$$

d'ordre 1 est indépendant du temps.

B EXERCICES

I PHYSIQUE

Le Polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ est un nucléide radioactif qui se désintègre avec une émission d'une particule α .

1. Ecrire l'équation bilan de la désintégration en indiquant les lois de la conservation à respecter
On donne un extrait de la classification périodique les éléments, ^{61}Th , ^{82}Pb , ^{83}Bi , ^{84}Po , ^{85}A .

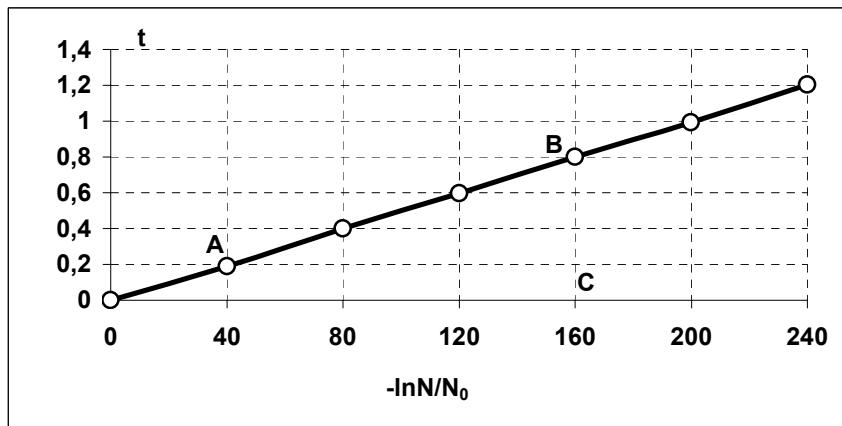
$^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^4_2\text{He}$. Les lois respectées sont données par application des relations suivantes : $210 = A + 4$ et $84 = Z + 2$. On en déduit que $A = 206$ et $Z = 82$ qui caractérise l'atome de plomb. L'équation de la réaction de désintégration est donc :



2. A la date $t = 0$ on dispose de N_0 noyaux de $^{210}_{84}\text{Po}$ radioactif. A la date t on détermine N noyaux dans le tableau ci-dessous :

t (jours)	0	40	80	120	160	200	240
$\frac{N}{N_0}$	1	0,84	0,67	0,55	0,45	0,37	0,30

a) Tracer sur un papier millimètre le graphe $-\ln \frac{N}{N_0} = f(t)$



b) - Calculer la pente de la courbe

$$\text{La pente de la courbe est } \tan(\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AC}) = \frac{\Delta \left(-\ln \frac{N}{N_0} \right)}{\Delta t} = \frac{BC}{AC} = \frac{0,8 - 0,2}{160 - 40} = \frac{0,6}{120}.$$

On trouve $\tan(\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AC}) = 5 \cdot 10^{-3}$.

- Déduire la constante radioactive λ du polonium

La loi de décroissance radioactive s'écrit $-\ln \frac{N}{N_0} = \lambda t$ avec λ la constante radioactive de l'élément radioactif, on en déduit :

$$\lambda = \tan(\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AC}) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ jours}^{-1}.$$

1. Les formules semi développées le nom et la classe des alcools

Les formules, noms et la classes des alcools dérivant du 2-méthylbutane sont indiqués dans le tableau ci-dessous

Formule	Nom	Classe
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	3-méthylbutan-1ol	Alcool primaire
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHOH CH}_3$	3-méthylbutan-2ol	Alcool secondaire
$\text{CH}_3\text{COH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	2-méthylbutan-2ol	Alcool tertiaire
$\text{CH}_2\text{OHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	2-méthylbutan-1ol	Alcool primaire

2. a) Identifiez en justifiant les 4 alcools A, B, C, D

Alcools	Stéréochimie	Test sur les produits A', B' et C'		Identification
		DNPH	Liqueur de Fehling	
A	Carbone asymétrique	Test positif	Test positif	Alcool primaire $\text{CH}_2\text{OH}^*\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5$
B	Carbone asymétrique	Test positif	Test négatif	Alcool secondaire $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHOH CH}_3$
C		Test positif	Test positif	Alcool primaire $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
D		Test négatif	Test négatif	Alcool tertiaire $\text{CH}_3\text{COH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$

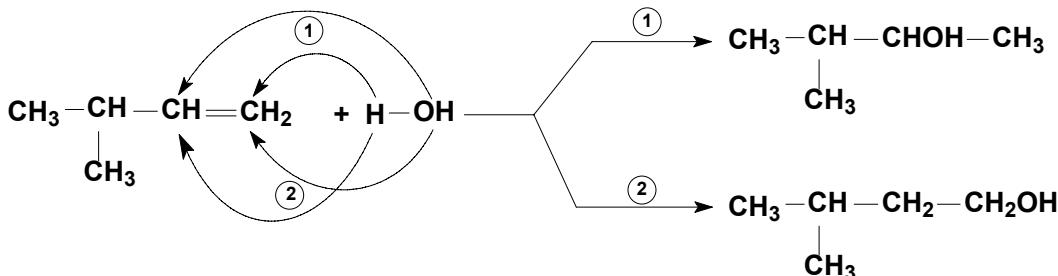
b) Les formules semi développées des produits : A', B', et C'.

Produits par oxydation ménagée	Test sur les produits A'; B'; C'		Nature	Formule et nom
	DNPH	Liqueur de Fehling		
A'	Précipité jaune	Précipité rouge	Aldéhyde	$\text{C}_2\text{H}_5^*\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHO}$ 2-méthylbutanal
B'	Précipité jaune	Rien	Cétone	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COCH}_3$ 3-méthylbutanone
C'	Précipité jaune	Précipité rouge	Aldéhyde	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CHO}$ 3-méthylbutanal

c) La formule semi développée de E.

On peut préparer les alcools à partir des alcènes par hydratation.

E est le 3-méthylbut-1ène : $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH} = \text{CH}_2$



C. Problème

I - 1. a) Les caractéristiques du vecteur champ \vec{B} magnétique créé à l'intérieur de cette bobine
Le vecteur champ \vec{B} créé par le courant I, a la direction de l'axe de la bobine, son sens est donné par la règle du bonhomme d'Ampère (il est couché sur la spire, le courant lui rentre par les pieds et lui sort par la tête, son bras gauche tendu indique le sens de \vec{B}), son intensité B est donnée par la relation $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$, avec μ_0 la perméabilité magnétique du vide ou de l'air, N le nombre de spires de la bobine, l la longueur de la bobine et I l'intensité du courant dans la bobine.
Application numérique : $\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7}$ unités SI, N = 1000 spires, l = 50cm, I = 5A on trouve $B = 125,6 \cdot 10^{-4} \text{T}$.

b) - Le flux propre φ à travers la bobine

Le flux propre φ à travers la bobine a pour expression $\varphi = NBS$ avec S la surface commune aux spires.

Application numérique : N = 1000 spires, S = $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$, B = $125,6 \cdot 10^{-4} \text{T}$ on a $\varphi = 25,12 \cdot 10^{-2} \text{ Wb}$.

- Le coefficient d'auto-induction L de la bobine

Le coefficient d'induction L de la bobine est telle que $L = \varphi/I$.

Application numérique : $\varphi = 25,12 \cdot 10^{-2} \text{ Wb}$, I = 5A : $L \approx 5 \cdot 10^{-2} \text{ H}$.

c) La bobine est maintenant parcourue par un courant qui varie linéairement de 0 à 5A en 0,1 s. Calculer la f. e. m. e d'auto-induction qui apparaît à ses bornes.

La f.e.m. d'auto-induction e est telle que : $e = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$.

Application numérique : $\Delta i = 5 \text{ A}$, $\Delta t = 0,1 \text{ s}$, $L = 5 \cdot 10^{-2} \text{ H}$ on a $e = -2,5 \text{ V}$.

2. a) Calculer les caractéristiques L et r de la bobine

- En courant continu la loi d'Ohm s'écrit $U_{MN} = (R + r)I_1 \Leftrightarrow r = \frac{U_{MN}}{I_1} - R$.

Application numérique : $R = 30 \Omega$ $U_{MN} = 9 \text{ V}$ $I_1 = 0,2 \text{ A}$ on trouve $r = 15 \Omega$.

En courant alternatif la loi d'Ohm appliquée aux valeurs efficaces donne $U_{MN} = ZI_2$ avec $Z = \sqrt{(R+r)^2 + L^2 \omega^2}$ l'impédance du circuit, $\omega = 2\pi f$ la pulsation.

On en déduit $\frac{U_{MN}^2}{I_2^2} = (R+r)^2 + L^2 \omega^2$ et $L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{U_{MN}^2}{I_2^2} - (R+r)^2}$.

Application numérique : $U_{MN} = 110V$, $f = 100 \text{ Hz}$, $I_2 = 2A$, $R = 30\Omega$, $r = 15\Omega$ on trouve $Z = 55\Omega$ et $L = 5 \cdot 10^{-2} \text{ H}$.

b) Calculer l'impédance Z_B de la bobine

- L'impédance Z_B de la bobine est telle que $Z_B = \sqrt{r^2 + L^2\omega^2}$. Application numérique : $r = 15\Omega$, $L = 5 \cdot 10^{-2} \text{ H}$, $\omega^2 = 4\pi^2f^2 \approx 4 \cdot 10^5$ on trouve $L\omega = 31,4\Omega$ et $Z_B = 34,79 \approx 35\Omega$.

- La Construction de Fresnel

La loi d'Ohm relative aux valeurs instantanées donne $u_{MN} = u_R + u_B$, u_R et u_B étant respectivement les tensions instantanées aux bornes de la résistance R et de la bobine B . Les vecteurs de Fresnel correspondants vérifient également la relation $\vec{U}_{MN} = \vec{U}_R + \vec{U}_B$. Les coordonnées de ces vecteurs sont :

$$\vec{U}_{MN} \Big|_{\phi_R} = 110V, \quad \vec{U}_R \Big|_{\phi_R} = RI_2 = 60V$$

$$\text{et } \vec{U}_B \Big|_{\phi_B} = Z_B I_2 = 70V$$

On sait que le vecteur \vec{U}_B est tel que $\vec{U}_B = \vec{U}_r + \vec{U}_L$ avec

$$\vec{U}_r \Big|_{\phi_r} = 30V \quad \text{et} \quad \vec{U}_L \Big|_{\phi_L} = +\frac{\pi}{2}$$

Pour la construction de Fresnel relative au circuit on procédera comme suit : construire le vecteur $\vec{U}_B = \vec{U}_r + \vec{U}_L$ et ensuite la résultante $\vec{U}_R + \vec{U}_B$.

De la construction de Fresnel ci-contre on déduit :

$$U = \sqrt{(60 + 30)^2 + 62,8^2} \Rightarrow$$

$$U = 109,7 \approx 110V \text{ et } U_B = \sqrt{30^2 + 62,8^2} \Rightarrow U_B = 69,59 \approx 70V.$$

- Le facteur de puissance du circuit

Le facteur de puissance $\cos\phi$ du circuit est :

$$\cos\phi = \frac{U_R + U_r}{U} = \frac{90}{110} = 0,82.$$

c) - La valeur C de la capacité du condensateur

La valeur du facteur de puissance devient $\cos\phi' = 1$ ou que $\tan\phi' = L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 \Leftrightarrow C = \frac{1}{L\omega^2}$.

Application numérique : $L = 5 \cdot 10^{-2} \text{ H}$, $\omega^2 = 4 \cdot 10^5$ on trouve $C = 50 \mu\text{F}$.

- *Déduction* : le circuit (R , B , C) est à la résonance

II – 1. a) Le bilan de la réaction et dire quel est cet équilibre



b) La variance V de ce système

La variance d'un système s'écrit $V = c + 2 - \varphi$ où c est le nombre de constituants indépendants et φ le nombre de phase. Le nombre de constituants indépendants $c = N - 1$, N est le nombre de corps purs du système : $N = 3$; $\varphi = 2$ on a **$V = 2$ le système est divariant**.

c) Expression littérale de la constante d'équilibre K_c .

Si $[\text{CO}_2]$ et $[\text{CO}]$ sont les concentrations respectives de gaz carbonique et de monoxyde de carbone l'expression de la constante k_c est :

$$k_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} \text{ mol.L}^{-1}.$$

2. a) La quantité n_0 de dioxyde de carbone au début

	CO ₂	+	C	\rightleftharpoons	2CO
t = 0	n_0		n_0		0
$0 < t < t_{\text{équilibre}}$	$n_0 - x$		$n_0 - x$		$2x$
A l'équilibre	1,55		1,55		1,90

Soit n_0 le nombre de moles initial de dioxyde de carbone, à l'équilibre on a $2x = 1,90 \Leftrightarrow x = 0,95 \text{ mol}$ et $n_0 - x = 1,55 \Leftrightarrow n_0 = 2,5 \text{ mol}$.

b) Calculer numériquement K_C à cette température

Sachant que $[CO] = 2x/v$ et $[CO_2] = (n_0 - x)/v$ avec v le volume du système on a

$$k_c = \frac{\frac{4x^2}{v^2}}{\frac{2,5-x}{v}} = \frac{4x^2}{2,5-x} \times \frac{1}{v}.$$

Application numérique : $x = 0,95 \text{ mol}$, $v = 100 \text{ L}$ on a $k_c = 2,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

3. a) Quelles sont les valeurs de P_{Cl_2} , P_{PCl_3} , P'_{PCl_5} à l'équilibre

	PCl ₅	\rightleftharpoons	PCl ₃	+	Cl ₂	Mélange
t = 0	1		0		0	
t > 0	$1 - x$		x		x	$1 + x$
Fractions molaires	$\frac{1-x}{1+x}$		$\frac{x}{1+x}$		$\frac{x}{1+x}$	1
Pressions partielles	$P'_{PCl_5} = \frac{1-x}{1+x} P$		$P_{PCl_3} = \frac{x}{1+x} P$		$P_{Cl_2} = \frac{x}{1+x} P$	P

Le système est gazeux. On sait que la constante relative aux pressions partielles a pour

$$\text{expression } k_p = \frac{P_{PCl_3} \times P_{Cl_2}}{P'_{PCl_5}} = \frac{\frac{x^2}{(1+x)^2} \times P^2}{\frac{1-x}{1+x} \times P} \Leftrightarrow k_p = \frac{x^2}{1-x^2} \times P. \text{ On a } P = P_{PCl_5} = 10 \text{ atm} \text{ (PCl}_5 \text{ est le seul réactif)} \text{ et } k_p = 11,5 \text{ atm ce qui donne } 11,5(1 - x^2) = 10x^2 \Leftrightarrow 21,5x^2 = 11,5 \text{ et } x = \frac{115}{215} = \frac{23}{43} \text{ mol.}$$

$$\text{On a alors } P'_{PCl_5} = \frac{1 - \frac{23}{43}}{1 + \frac{23}{43}} \times 10 = \frac{200}{66} = \frac{100}{33} \Leftrightarrow P'_{PCl_5} = 3,03030303 \text{ atm} ; P_{PCl_3} = P_{Cl_2} = \frac{\frac{23}{43}}{1 + \frac{23}{43}} \times 10 \\ \Leftrightarrow P_{PCl_3} = P_{Cl_2} = 3,48484848 \text{ atm.}$$

b) Les nouvelles valeurs des pressions partielles P'_{Cl_2} , P'_{PCl_3} , P''_{PCl_5}

On a le nouveau volume $V' = 10V$. La loi des gaz parfaits donne $\frac{P'}{P} = \frac{V}{V'} = \frac{1}{10} \Leftrightarrow P' = P/10$. On a

$$\text{toujours } k_p = \frac{x'^2}{1-x'^2} \times P' \text{ c'est-à-dire :}$$

$$11,5 = \frac{x'^2}{1-x'^2} \quad (\text{P}' = 1 \text{ atm}) \text{ et } 12,5x'^2 = 11,5. \text{ On trouve } x' = \frac{23}{25} \text{ mol.}$$

Les nouvelles valeurs des pressions partielles sont :

$$P_{\text{PCl}_5}'' = \frac{1}{24} = 0,04166667 \text{ atm et } P_{\text{PCl}_3}' = P_{\text{Cl}_2}' = \frac{23}{48} = 0,47916667 \text{ atm.}$$

(On constatera que la somme des pressions partielles est égale à la pression totale).