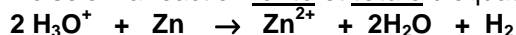
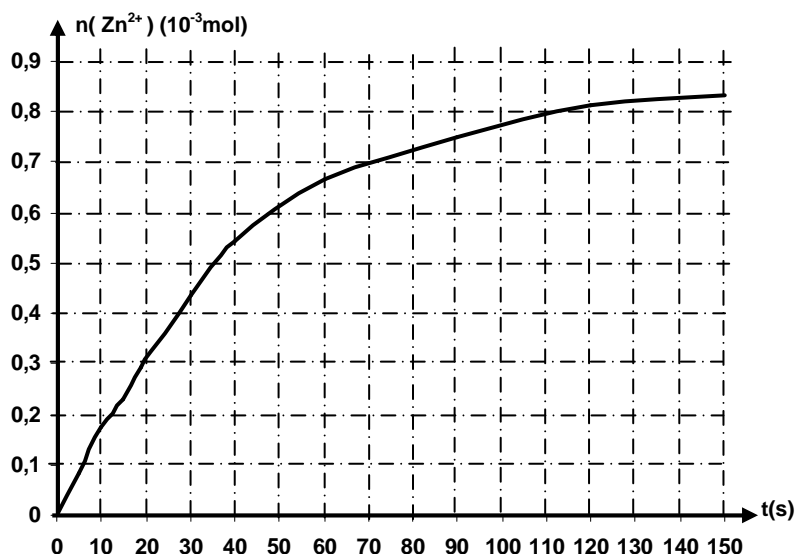


CHIMIE (07 POINTS)

• EXERCICE I (03,5 points) :

On donne : $M(\text{Zn})=65,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ L'acide chlorhydrique réagit sur le zinc selon la réaction lente et totale d'équation :

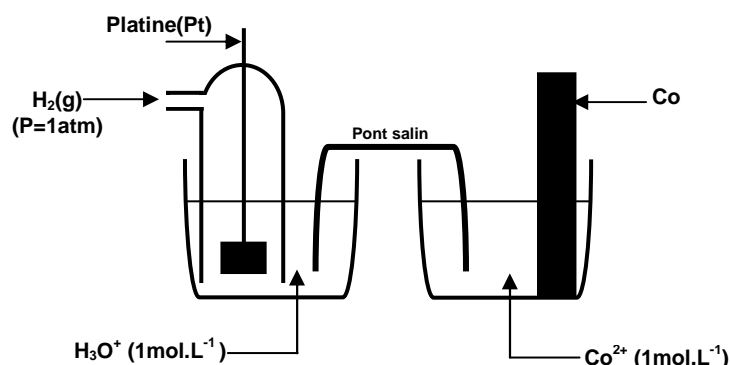
A l'instant $t=0$, on attaque une masse $m=2\text{g}$ de zinc par une solution d'acide chlorhydrique (H_3O^+ , Cl^-) de volume $V=15\text{cm}^3$ et de concentration $C=0,12\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On suit l'évolution de cette réaction au cours du temps, l'ensemble des résultats permet de tracer le graphique représentatif du nombre de moles d'ions Zn^{2+} en solution en fonction du temps :



- 1- Calculer la quantité de matière initiale de chaque réactif et montrer que les ions H_3O^+ sont en défaut
- 2- Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système
- 3- Déterminer l'avancement final x_f de la réaction
- 4- Définir la vitesse instantanée de la réaction et déterminer sa valeur à la date $t=0$
- 5- À l'aide de la courbe, interpréter qualitativement la variation de la vitesse de la réaction au cours du temps. Quel facteur cinétique permet d'expliquer cette évolution ?
- 6- Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ et déterminer sa valeur

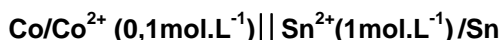
• EXERCICE II (03,5 points) :

I- On réalise la pile suivante :



- 1- Donner le symbole de cette pile et écrire l'équation de la réaction chimique associée
- 2- La mesure de la f.e.m de cette pile donne $E=-0,28\text{V}$
 - a- Préciser le sens du courant dans le circuit extérieur à la pile
 - b- Déterminer le potentiel normal d'électrode du couple Co^{2+}/Co

II- On réalise la pile de symbole :

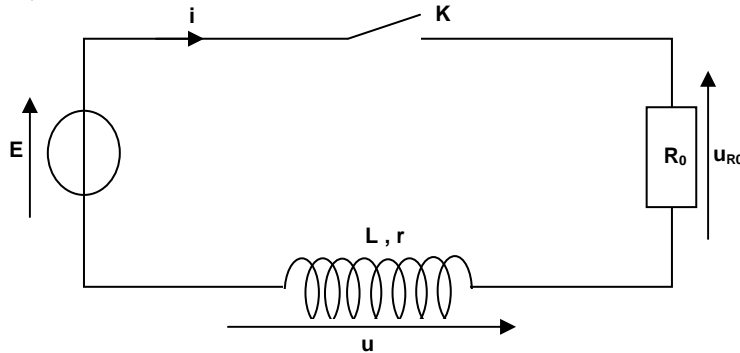
La mesure de la f.e.m donne: $E=0,17\text{V}$

- 1- Ecrire l'équation de la réaction spontanée lorsque la pile débite du courant
- 2- Déterminer le potentiel normal d'électrode du couple Sn^{2+}/Sn
- 3- Comparer le pouvoir oxydant des couples rédox mis en jeu

PHYSIQUE (13 POINTS)

• EXERCICE I (05,5 points) :

Pour permettre l'allumage des bougies d'une voiture, une étincelle est créée au niveau des bougies. La formation de cette étincelle est liée à l'ouverture, puis à la fermeture d'un circuit comprenant notamment une bobine. Un courant électrique circule dans un circuit comprenant la batterie de la voiture, la bobine appelée bobine primaire et un interrupteur électronique. On considérera que la batterie de la voiture délivre une tension continue qui vaut $E=12\text{V}$. La bobine primaire est caractérisée par une inductance L et une résistance interne $r=0,5\Omega$. Le schéma simplifié du principe est donné ci-dessous où R_0 représente la résistance des autres éléments du circuit. On prendra $R_0 = 2,5\Omega$.



À $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

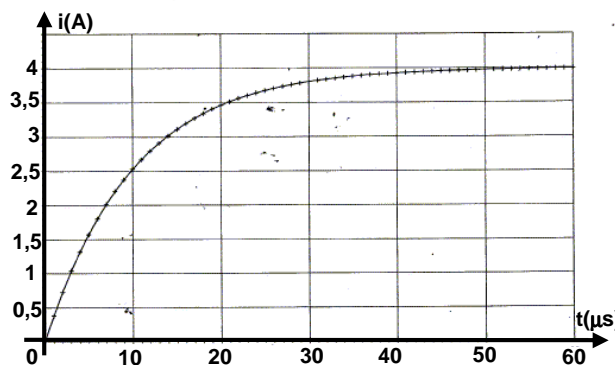
- 1- Donner l'expression de la tension u aux bornes de la bobine en fonction de r , L et i .
- 2- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de i est:

$$L \frac{di}{dt} + Ri = E \quad \text{avec } R=R_0+r$$

- 3- Que devient cette équation différentielle en régime permanent ? En déduire que la valeur de l'intensité du courant, en régime permanent, est $I_0 = \frac{E}{R}$

- 4- Vérifier que $i(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ est une solution de l'équation différentielle et déterminer l'expression de la constante de temps τ en fonction des paramètres du circuit

- 5- La courbe qui représente $i(t)$ est la suivante :



- a- On observe que l'établissement de courant se fait avec un certain retard, expliquer cette observation
 - b- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ du circuit. Expliciter la méthode
 - c- En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine
- 6- Donner l'expression littérale de l'énergie E_L emmagasinée dans la bobine.
 - 7- Calculer l'énergie **maximale** emmagasinée dans la bobine

• EXERCICE II (04,5 points) :

On donne: $h=6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $C=3 \cdot 10^{-8} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1\text{eV}=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

On rappelle que les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} E_0=13,6 \text{ eV} \\ n \in \mathbb{N}^* \end{cases}$$

- 1- Expliquer brièvement l'expression : «niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène»
- 2- Déterminer, en eV, l'énergie d'un photon permettant le passage de l'atome d'hydrogène, de son état fondamental à son premier état excité (n=2)
- 3- Quelle est la longueur d'onde λ de la radiation émise lors du passage de l'atome d'hydrogène de son premier état excité à son état fondamental ?
A quel domaine du rayonnement appartient cette radiation ?
- 4- On considère la série de Balmer, constituée de raies émises lorsque l'atome d'hydrogène passe d'un état excité $n>2$ à l'état excité $n=2$
Déterminer la plus grande longueur d'onde des raies de la série de Balmer. A quel domaine du rayonnement appartient cette radiation ?
- 5- L'atome d'hydrogène, se trouvant dans son état fondamental, absorbe un photon de longueur d'onde $\lambda'=8,5.10^{-8}\text{m}$. Montrer que l'atome est alors ionisé
- 6- Un électron d'énergie cinétique $E_c=11\text{eV}$ peut-il interagir avec un atome d'hydrogène à l'état fondamental ? Expliquer

• **EXERCICE III (03 points) : Etude d'un document scientifique**

«.....On a trouvé que le processus thermonucléaire responsable de la production de l'énergie solaire n'est pas limité à une seule transformation nucléaire, mais qu'il consistait en une suite de transformations formant ce que l'on appelle une chaîne de réactions.....»

Partons par exemple du carbone $^{12}_6\text{C}$, nous voyons qu'une collision avec un proton conduit à la formation de l'isotope léger de l'azote $^{13}_7\text{N}$ et à la libération de l'énergie nucléaire sous forme de rayonnement γ

Le noyau $^{13}_7\text{N}$ est instable, il se transforme en noyau stable de l'isotope lourd $^{13}_6\text{C}$ que l'on sait être présent en petites quantités dans le carbone ordinaire.

Frappé par un autre proton, cet isotope du carbone se transforme en azote ordinaire $^{14}_7\text{N}$, accompagné d'un intense rayonnement γ

Puis le noyau $^{14}_7\text{N}$ entrant en collision avec un autre proton (le troisième) donne naissance à un isotope instable de l'oxygène $^{15}_8\text{O}$, qui très rapidement se transforme en $^{15}_7\text{N}$, stable, par émission d'un positon.

Finalement, $^{15}_7\text{N}$, absorbant un quatrième proton, se scinde en deux parties inégales dont l'une est le noyau $^{12}_6\text{C}$ dont nous sommes partis et l'autre un noyau d'hélium, ou particule α .

Ainsi donc, dans notre réaction cyclique, les noyaux de carbone et d'azote sont indéfiniment régénérés»

Naissance et mort du soleil de Gamow
© éditions Dunod (1960)

- 1- Écrire les six équations des réactions nucléaires constituant la chaîne
- 2- Préciser la nature de chacune des réactions nucléaires
- 3- Établir l'équation globale. De quel type de réaction nucléaire s'agit-il?

CHIMIE:

■ Exercice 1:

1- $n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = C.V = 1,8.10^{-3} \text{ mol}$

$$n_0(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = 3.10^{-2} \text{ mol}$$

on a : $\frac{n_0(\text{H}_3\text{O}^+)}{2} > \frac{n_0(\text{Zn})}{1} \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ est en défaut

2- tableau descriptif de l'évolution du système :

| | | | | | | | | | |
|--------------------|--|---|-------------------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|----------------------|
| | 2 H₃O⁺ | + | Zn | → | Zn²⁺ | + | 2H₂O | + | H₂ |
| Etat initial | 1,8.10 ⁻³ | | 3.10 ⁻² | | 0 | | 0 | | 0 |
| Etat intermédiaire | 1,8.10 ⁻³ - 2x | | 3.10 ⁻² - x | | x | | 2x | | x |
| Etat final | 1,8.10 ⁻³ - 2x _f | | 3.10 ⁻² - x _f | | x _f | | 2x _f | | x _f |

3- Puisque H₃O⁺ est en défaut, alors $n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{final}} = 1,8.10^{-3} - 2x_f = 0$. D'où : $x_f = 9.10^{-4} \text{ mol}$

4- $v(t) = \frac{dx}{dt}$, or d'après le tableau d'évolution : $x = n(\text{Zn}^{2+})$ d'où $v(t) = \frac{dn(\text{Zn}^{2+})}{dt}$

La vitesse à t=0, représente le coefficient directeur de la droite tangente à la courbe à cet instant :

$$v(t=0) = \left(\frac{dn(\text{Zn}^{2+})}{dt} \right)_{t=0} \cong 2,25.10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

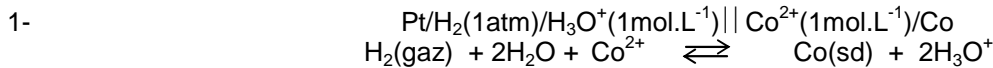
5- Puisque la vitesse de la réaction est représentée par le coefficient directeur de la droite tangente à la courbe à un instant t, elle diminue au cours du temps. Le facteur cinétique responsable de cette diminution est la concentration des réactifs

6- Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale :

A $t = t_{1/2}$, on a : $x = \frac{x_f}{2}$ soit $n(\text{Zn}^{2+}) = \frac{n(\text{Zn}^{2+})_f}{2} = 4,5.10^{-4} \text{ mol}$, alors, d'après la courbe : $t_{1/2} \cong 33 \text{ s}$

■ Exercice 2:

I-



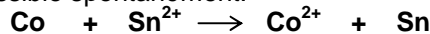
2- $E = V_{\text{Co}} - V_{\text{Pt}} < 0$, donc Co est la borne négative et Pt est la borne positive. Le courant circule dans un circuit extérieur de la borne Pt vers la borne Co

3- $E = E^0 - 0,03 \log \pi = E^0$ ($\pi = 1$)

Or $E^0 = E^0(\text{Co}^{2+}/\text{Co}) - E^0(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2)$, comme $E^0(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) = 0$, alors : $E^0 = E^0(\text{Co}^{2+}/\text{Co}) = -0,28 \text{ V}$

II-

1- $E > 0$, donc la réaction directe est possible spontanément:



2- $E = E^0 - 0,03 \log \pi \Rightarrow E^0 = E + 0,03 \log \pi = 0,17 - 0,03 = 0,14 \text{ V}$

Or : $E^0 = E^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) - E^0(\text{Co}^{2+}/\text{Co})$ d'où $E^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = E^0(\text{Co}^{2+}/\text{Co}) + E^0 = -0,14 \text{ V}$

3- $E^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) > E^0(\text{Co}^{2+}/\text{Co})$: Sn²⁺/Sn est un couple oxydant plus fort que Co²⁺/Co

PHYSIQUE:

■ Exercice 1:

1- $u = L \cdot \frac{di}{dt} + r.i$

2- Loi des mailles: $u + u_{R_0} = E \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + r.i + R_0.i = E$ soit $L \cdot \frac{di}{dt} + R.i = E$ avec $R = R_0 + r$

3- En régime permanent, i est constant égal à I₀ donc $\frac{di}{dt} = 0$ et l'équation différentielle s'écrit: $R.I_0 = E$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{E}{R}$$

4- $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ donc $\frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$. On remplace dans l'équation différentielle, ce qui donne :

$$I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \left[\frac{L}{\tau} - R \right] = E - R \cdot I_0 \text{ cette équation est vérifiée quelsoit } t, \text{ donc : } \tau = \frac{L}{R}$$

5- a- L'établissement du courant se fait avec un certain retard à cause de l'inductance de la bobine

b- τ est l'abscisse du point de la courbe d'ordonnée $0,63 \cdot I_0 = 2,52 \text{ A}$. soit $\tau \cong 10 \mu\text{s}$

c- $L = \tau \cdot R = 3 \cdot 10^{-5} \text{ H}$

6- $E_L = 1/2 \cdot L \cdot I^2$

7- $E_{L\text{max}} = 1/2 \cdot L \cdot I_0^2 = 24 \cdot 10^{-5} \text{ J}$

■ Exercice 2:

1- L'énergie de l'atome est quantifiée, il ne peut absorber ou émettre que des quantités d'énergie bien déterminées

2- $\Delta E = E_2 - E_1 = 10,2 \text{ eV}$

3- $\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{h \cdot C}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot C}{\Delta E} = 121,7 \text{ nm} \in \text{U.V}$

4- On a $\Delta E = \frac{h \cdot C}{\lambda}$, donc ΔE et λ sont inversement proportionnelles. La plus grande longueur d'onde de la série

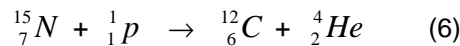
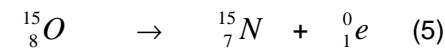
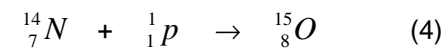
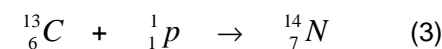
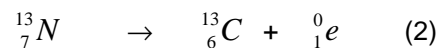
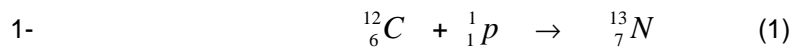
de Balmer est $\lambda_{2,3} = \frac{h \cdot C}{\Delta E_{2,3}} = 656,7 \text{ nm} \in \text{visible}$

5- On calcul le quantum d'énergie associé au photon de longueur d'onde $\lambda' = 8,5 \cdot 10^{-8} \text{ m}$:

$\Delta E = \frac{h \cdot C}{\lambda} = 14,6 \text{ eV} > E_i$. Donc l'atome sera ionisé et est émis avec une énergie cinétique $E_c = 1 \text{ eV}$

6- Puisque l'énergie de l'électron n'est pas quantifiée, celui-ci peut interagir avec l'atome dans son état fondamental en le portant au niveau excité d'énergie $E_2 = -3,4 \text{ eV}$. Dans ce cas l'atome absorbe juste l'énergie nécessaire à cette transition $\Delta E = 10,2 \text{ eV}$

■ Exercice 3:



2-

Réaction (1) : fusion

Réaction (2) : radioactivité β^+

Réaction (3) : fusion

Réaction (4) : fusion

Réaction (5) : radioactivité β^+

Réaction (6) : fusion

3-

Equation globale : $4 {}^1_1\text{P} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_1\text{e}$ c'est une réaction de fusion