

## CINÉTIQUE CHIMIQUE

Le peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$ , appelée aussi eau oxygénée, est utilisée dans divers domaines, notamment en blanchiment, en désinfection pour les plaies mineures...etc. elle est vendue dans des flacons où on peut lire "10V" cela veut dire qu'elle peut produire un volume de dioxygène égal à 10 fois son volume lors de sa décomposition lente et totale selon l'équation totale :  $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

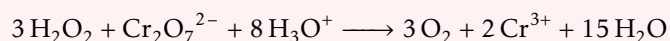
Pour étudier la cinétique de cette réaction on répartit le contenu d'un flacon sur plusieurs tubes à essai contenant  $V_0 = 10\text{mL}$  chacun qu'on introduit à la date  $t = 0\text{s}$  dans un four à température constante.

Pour connaître l'état du système à la date  $t$ , on sort l'un des tubes du four, on lui ajoute de l'eau glacée et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré ( $2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ) puis on dose  $\text{H}_2\text{O}_2$  restant par une solution de bichromate de potassium ( $2\text{K}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) de concentration  $C = 0,1\text{mol/L}$ . On note  $V_E$  le volume qu'il faut verser pour atteindre l'équivalence.

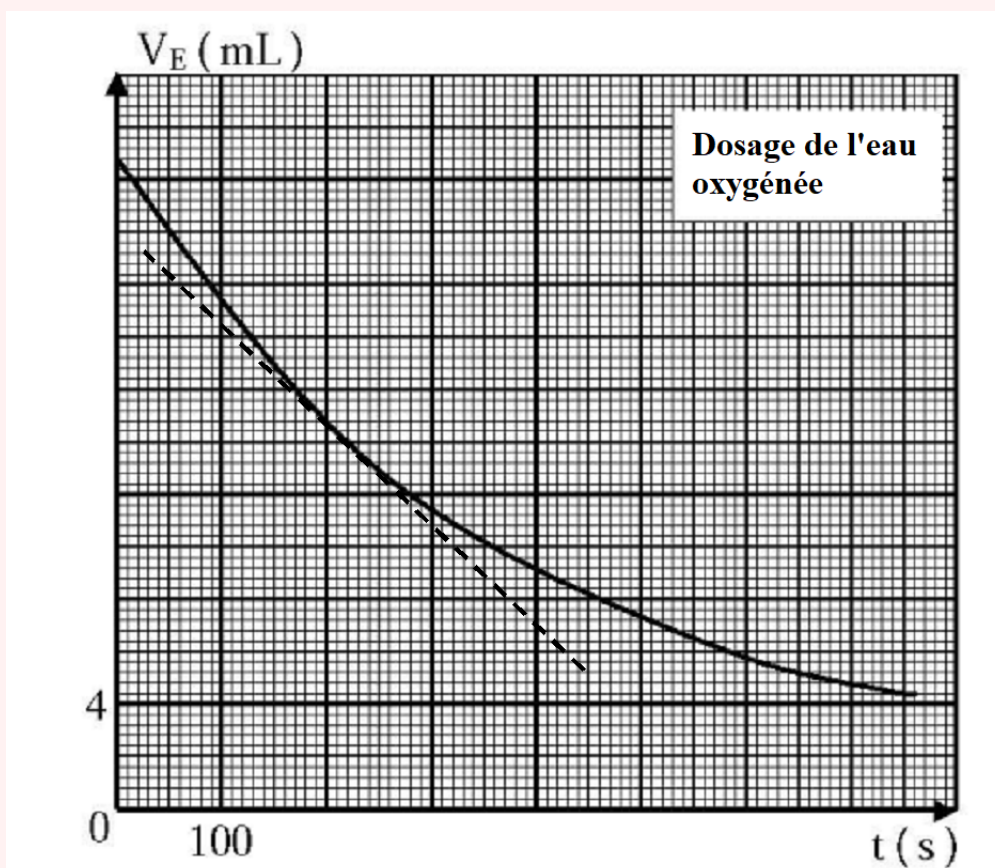
les résultats ont permis de tracer la courbe qui représente la variation du volume  $V_E$  en fonction du temps.

on donne les couples :  $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$  et  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$ . et le volume molaire  $V_M = 22,4\text{L/mol}$ .

1. En écrivant les demi-équations rédox montrer que la réaction du dosage a pour équation :



2. Exprimer  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  en fonction de  $V_0$ ,  $V_E$  et  $C$
3. Calculer le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .
4. Trouver l'expression de la vitesse volumique de la réaction en fonction de  $V_E$ . et calculer sa valeur à la date  $t = 200\text{s}$
5. Calculer les concentrations de  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  : expérimentale (à partir du graphe) et théorique (d'après l'indication sur le flacon), conclure. Quels conseils pratiques donnez vous au pharmacien qui vend l'eau oxygénée?



## ACIDE BASE

**Partie I : Détermination du degré d'acidité du vinaigre** L'acide éthanóïque de masse molaire  $M_A = 60 \text{ g/mol}$  connu, sous le nom d'acide acétique, est utilisé comme conservateur des aliments et des boissons, dans la fabrication du vinaigre, pour traiter les infections, ainsi que dans la production des arômes artificiels dans l'industrie alimentaire et la parfumerie.

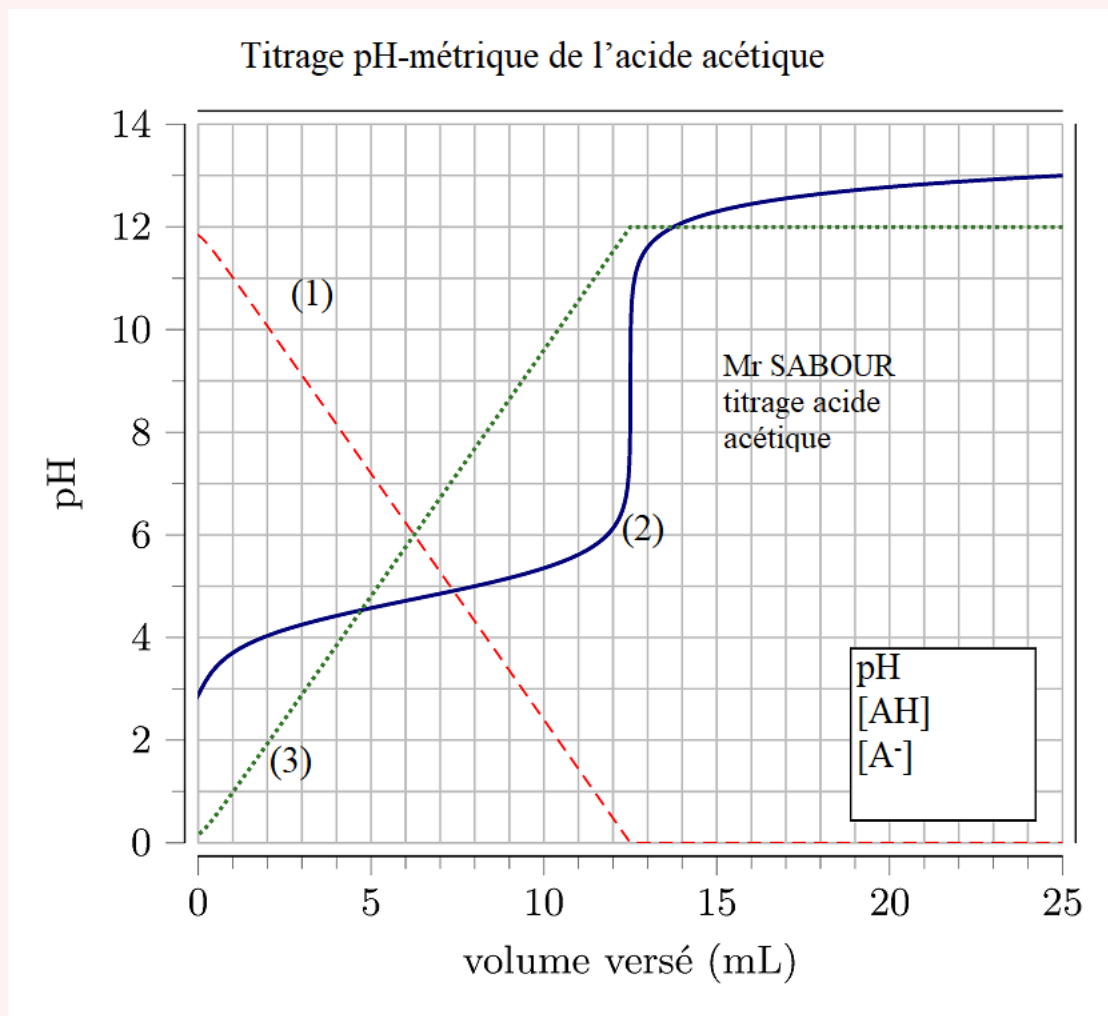
Dans le cadre de cette étude, nous avons comme objectif de déterminer le degré d'acidité d'un vinaigre

On dilue 10 fois une solution commerciale. pour préparer une solution  $S_A$  de concentration  $C_A$ .

On dose un volume  $V_A = 10 \text{ mL}$  d'une solution  $S_A$ , par une solution de soude ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $C_B = 10^{-1} \text{ mol/L}$ .

le suivi du dosage par pH-métrie nous a permis de tracer la courbe qui représente le  $\text{pH} = f(V_B)$  ainsi que les concentration des l'acide acétique noté  $\text{AH}$  et sa base conjuguée notée  $\text{A}^-$ . (voir figure ci-dessous).

1. Repérer graphiquement le point d'équivalence et calculer la concentration  $C_A$ .
2. Le degré d'acidité d'un vinaigre est égal à la masse d'acide acétique en gramme, contenue dans  $m_0 100 \text{ g}$  du vinaigre? Calculer le degré d'acidité du vinaigre étudié sachant que sa masse volumique est  $\rho = 1020 \text{ kg/m}^3$ .
3. Identifier, en justifiant, la courbe qui représente l'acide  $[\text{AH}]$  et préciser le domaine dans lequel l'acide prédomine.
4. Exploiter les 3 courbes pour déterminer la valeur de la constante d'acidité  $\text{p}K_A$ , graphiquement. Expliquer clairement la méthode utilisée.



## ACIDE BASE

**Partie II : composition d'un médicament** Le traitement des brûlures d'estomac se fait par un médicament, le *Rennie*, qui contient :

- Du carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  à raison de  $x$  moles par comprimé;
- De l'hydrogénocarbonate de Magnésium  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  à raison de  $y$  moles par comprimé;
- Des excipients qui n'ont pas de propriétés acido-basiques.

on donne :  $\text{pK}_A(\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-) = 6,4$  et  $\text{pK}_A(\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}) = 10,3$

$M(\text{Ca}) = 40,1 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$  et  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ .

On dissout un comprimé de ce médicament dans  $V_0 = 20 \text{ mL}$  d'une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) de concentration  $C_0 = 1 \text{ mol/L}$ . A la fin de l'effervescence, on complète avec de l'eau distillée jusqu'à  $100 \text{ mL}$ . soit  $S_1$  la solution obtenue.

On prélève un volume  $V_1 = 20 \text{ mL}$  de la solution  $S_1$  qu'on dose avec une solution de soude ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $C_B = 0,1 \text{ mol/L}$  à près l'ajout de quelques gouttes d'hélianthine. le virage de l'indicateur coloré est obtenu lorsqu'on a versé  $V_E = 10,6 \text{ mL}$ .

1. Dresser le diagramme de distribution des 3 espèces  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , et  $\text{CO}_2$
2. calculer les constantes des réactions qui ont lieu entre l'acide chlorhydrique et les bases se trouvant dans le comprimé.
3. Écrire l'équation qui a lieu lors du dosage avec la soude (expliquer)
4. Par un autre procédé on a pu déterminer la quantité de matière des ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  on trouve  $n = 6,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$ . en déduire  $x$  et  $y$ .
5. La masse d'un comprimé est  $m_0 = 1,33 \text{ g}$  trouver la teneur massique en carbonate de calcium et en hydrogénocarbonate de magnésium.

## CÉLÉRITÉ DE PROPAGATION DU SON DANS UN GAZ

La célérité des ondes dépend du milieu de propagation par exemple la célérité des ondes sonores dans un gaz (considéré comme parfait) est donné par la relation :  $v = \sqrt{\mu \frac{P}{\rho}}$  où  $P$  est la pression et  $\rho$  la masse volumique du gaz et  $\mu = 1,4$  (Si) est une constante.  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , la température est  $20^\circ \text{C}$ .  $M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{H}_2) = 2 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{N}_2) = 28 \text{ g/mol}$

1. Par analyse dimensionnelle, trouver l'unité de  $\mu$ .
2. Pour mesurer la célérité du son dans l'air on réalise l'expérience suivante à  $20^\circ \text{C}$  : un son, émis par une source fixe, est reçue par deux récepteurs  $A$  et  $B$ , distants de  $d = 50 \text{ cm}$  reliés aux voies  $Y_A$  et  $Y_B$  d'un oscilloscope. Les signaux reçus sont décalés par  $n = 6 \text{ div}$  et le coefficient de balayage est  $b = 0,25 \text{ ms/div}$ 
  - 2.1) Calculer la célérité du son dans l'air  
Dans la suite de l'exercice on prendra  $V_{\text{son}} = 340 \text{ m/s}$ .
  - 2.2) La source se déplace d'un mouvement rectiligne uniforme à la vitesse  $V$  vers un obstacle fixe. Elle émet un son de fréquence  $N = 10 \text{ Hz}$  vers l'obstacle qui reçoit le même son à la fréquence  $N_R = 11 \text{ Hz}$  Calculer  $V$ .
  - 2.3) l'air est un mélange gazeux de dioxygène et de diazote. Calculer le pourcentage massique de chaque gaz dans l'air
3. On fait passer à  $20^\circ \text{C}$  une onde sonore dans deux tube de longueur  $L$  Le premier rempli de dihydrogène et Le deuxième rempli de dioxygène. Montrer que la longueur  $L$  est liée au décalage horaire  $\Delta t$ , entre l'arrivée des deux ondes, par la relation :  $L = 435 \Delta t$ .

### RADIOACTIVITÉ DE L'ARGENT

L'argent  $^{108}_{47}\text{Ag}$  est un isotope radioactif qui peut se désintégrer suivant plusieurs radioactivités différentes : une radioactivité  $\beta^-$  et une radioactivité  $\beta^+$   
on désire déterminer la demi-vie globale de l'argent 108 (tous types de désintégrations confondus).

On donne

|   |  |
|---|--|
| masse proton $m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ Kg}$ | masse neutron $m_n = 1,675 \times 10^{-27} \text{ Kg}$ |
|---|--|

- La désintégration  $\beta^+$  forme des noyaux de palladium  $Pd$  alors que la désintégration  $\beta^-$  forme des noyaux de cadmium  $Cd$ . Écrire les équations des deux désintégrations.

Un échantillon contient  $N_0 = 10^{23}$  noyaux radioactifs de l'argent  $^{108}_{47}\text{Ag}$  à l'instant  $t = 0$  s. Soit  $N(t)$  le nombre de noyaux radioactifs à la date  $t$  et  $\lambda$  la constante radioactive globale.

- On mesure les valeurs de  $N(t)$  à différentes dates, les résultats sont regroupées dans le tableau suivant:

| t(s)         | 25   | 50   | 75   | 100  | 125  | 150  | 175  | 200  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $N(10^{22})$ | 9,00 | 8,10 | 7,30 | 6,57 | 5,91 | 5,32 | 4,79 | 4,32 |

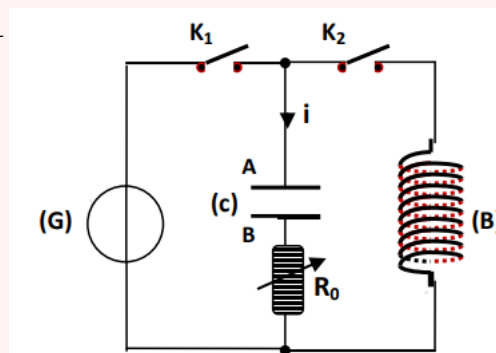
Déterminer la constante radioactive et en déduire la demi-vie appelée période  $t_{1/2}$ .

- On mesure le nombre  $n_e$  d'électrons émis et le nombre  $n_p$  de positons émis pendant une durée très petite devant la demi-vie. Leur rapport vaut  $\frac{n_e}{n_p} = 0,62$ . Ce rapport sera considéré constant au cours du temps. A quelle date le nombre de l'un des noyaux fils produit est le double de l'autre?

### CHARGE ET DÉCHARGE D'UN CONDENSATEUR- AMORTISSEMENT

On considère le circuit électrique schématisé par la figure ci-contre, comportant :

- un générateur idéal (G) de tension constante  $U_0$
- un condensateur (c) de capacité C et d'armatures A et B ;
- une bobine (B) d'inductance  $L = 0,1 \text{ H}$  et de résistance  $r$  ;
- Un résistor de résistance  $R_0$  réglable.
- Deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$ .



I- On ferme  $K_1$  avec  $K_2$  ouvert :

- Établir l'équation différentielle vérifiée par  $u(t) = u_{R_0}(t)$ .
- Déterminer les constantes A, B et  $\lambda$  pour que la solution de l'équation précédente soit :  $u = Ae^{-\lambda t} + B$ .
- on considère la date  $t_1$  où la tension du condensateur est celle du conducteur ohmique sont égales.
  - Trouver l'expression de la date  $t_1$  en fonction des paramètres du circuit.
  - Déterminer l'expression de l'énergie dissipée par effet joule dans le conducteur ohmique entre  $t = 0$  s et une date quelconque  $t$ .
  - En déduire que le rendement du circuit (R, C) est  $\rho = 50\%$ .
  - La puissance du générateur à la date  $t_1$ .

II - A  $t_0 = 0$  s, on ouvre  $K_1$  et on ferme  $K_2$ . Un système acquisition informatisé enregistre les variations, au cours du temps, de la tension  $u_{AB}$  ce qui nous permet d'obtenir la courbe de la figure ci-dessous

- Quelle est le phénomène mis en jeu ? De quel régime d'évolution s'agit-il ?
- En admettant que la période propre est pratiquement,  $t$  égale à la pseudo-période; déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
- Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur  $u_{AB}$

## CHARGE ET DÉCHARGE D'UN CONDENSATEUR- AMORTISSEMENT

7 Sachant qu'à l'instant de date  $t_1$ , la tension aux bornes de la bobine vaut  $u_B = 12,8V$

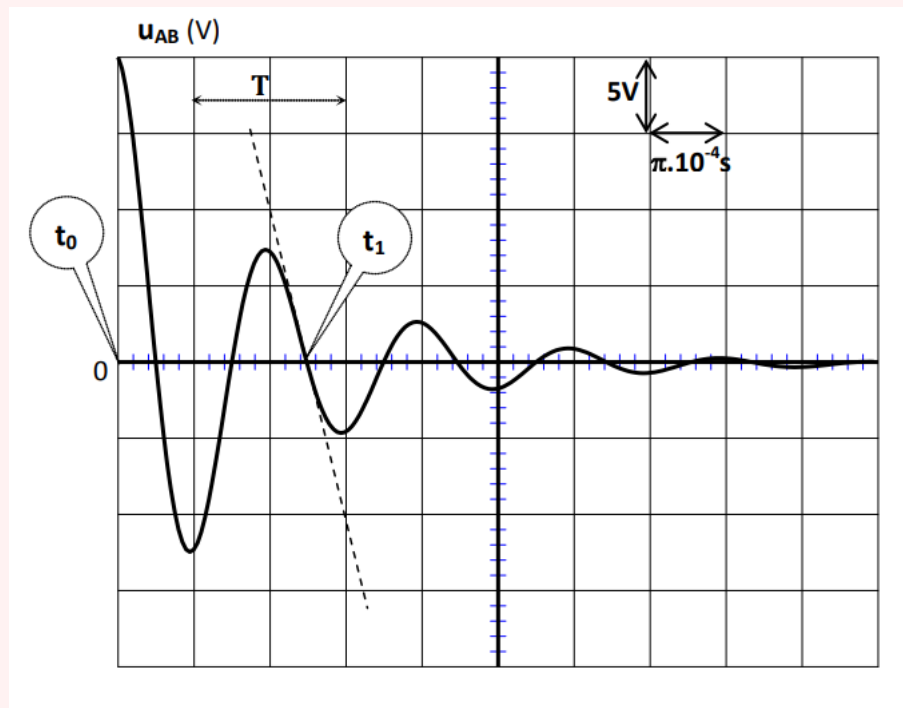
7.1) Déterminer à cet instant  $t_1$

- La valeur algébrique  $i_1$  de l'intensité du courant qui circule dans le circuit.
- La valeur de l'énergie magnétique  $E_L$  emmagasinée par la bobine.

7.2) Déduire la valeur de la résistance  $R_0$ ,

7.3) Montrer que l'énergie de l'oscillateur diminue. Sous quelle forme est-elle dissipée ?

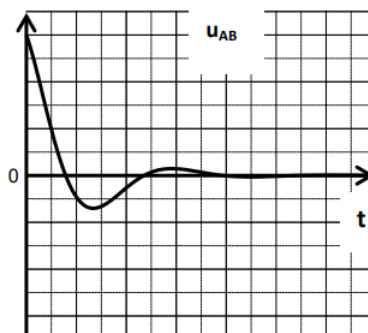
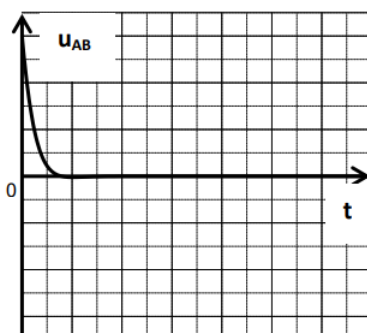
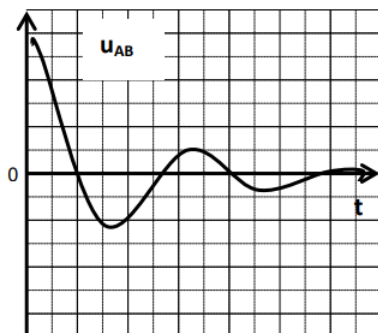
7.4) Calculer l'énergie dissipée entre les dates  $t_0 = 0s$  et  $t_1$



8 On donne à  $R_0$  trois valeurs différentes  $R_{01}, R_{02}, R_{03}$ . On obtient à chaque valeur de  $R_0$  l'une des courbes (a), (b) ou (c) donnant la variation de  $u_{AB}$  en fonction du temps.

8.1) Donner dans chaque cas le nom du régime d'évolution du circuit.

8.2) Comparer les valeurs des résistances  $R_{01}, R_{02}, R_{03}$ .

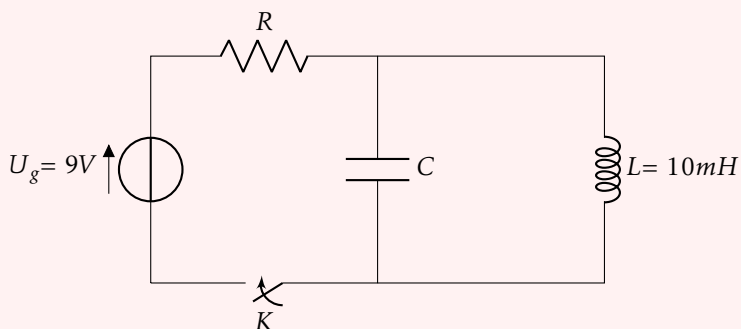


| (a)          | (b)          | (c)          |
|--------------|--------------|--------------|
| $R_{03}$     | $R_{02}$     | $R_{01}$     |
| Régime ..... | Régime ..... | Régime ..... |

### OSCILLATIONS LIBRES DANS UN CIRCUIT (L,C)

on réalise le circuit schématisé sur la figure ci-contre  
I - On ferme l'interrupteur K pendant longtemps

- 1) Calculer la charge du condensateur
- 2) Donner l'expression de l'intensité  $I_0$  du courant qui traverse le générateur
- 3) Exprimer l'énergie emmagasinée dans la bobine



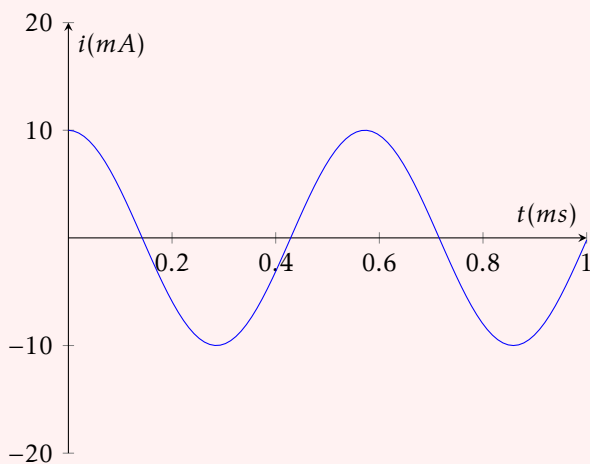
II- A un instant pris comme nouvelle origine des temps  $t = 0s$ , on ouvre l'interrupteur K

1. Trouver l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant  $i(t)$
2. La solution de l'équation différentielle précédente est de la forme

$$i(t) = I_m \times \cos(2\pi Nt + \varphi)$$

la courbe qui suit représente la variation de l'intensité du courant en fonction du temps. On demande de trouver les valeurs

- 2.1) La valeur de R
- 2.2) la valeur de C
3. Trouver l'expression de la tension aux bornes du condensateur  $u_c(t)$  en convention récepteur
4. Déterminer la date où l'énergie totale  $E_T = 3 \times E_m$  pour la première fois  $E_m$  étant l'énergie magnétique stockée dans la bobine.



BONNE CHANCE