

Bac blanc 2009
série S

Epreuve de sciences physiques
sujet de spécialité

durée 3h30

Exercice 1:	Décharge d'un condensateur (7,5 points)	pages 2 et 3 annexes page 8
Exercice 2:	Temps de demi-vie et temps de demi-réaction (7,5 points)	pages 3 et 4 annexes page 9
Exercice 3 :	Dosage des ions cuivre II (5 points)	pages 5 et 6 annexe page 10

les annexes (pages 7 à 10) sont à rendre avec la copie

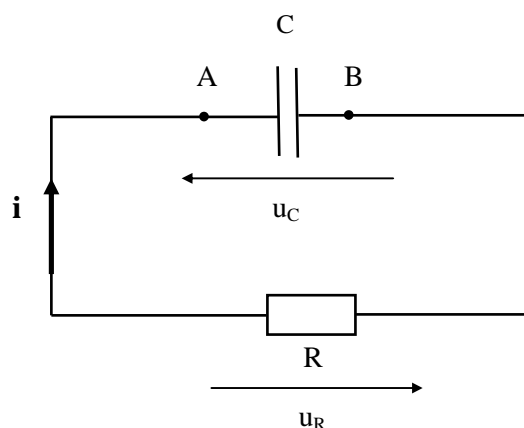
Exercice 1. DÉCHARGE D'UN CONDENSATEUR (7,5 points)

On envisage le circuit suivant constitué d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C .

À l'instant $t = 0$, le condensateur est chargé sous la tension $U_0 = 10 \text{ V}$.

On notera :

- u_C la tension aux bornes du condensateur à l'instant t , et l'on a $u_C(0) = U_0$
- u_R la tension aux bornes du conducteur ohmique à l'instant t
- i l'intensité du courant à l'instant t
- q_A la charge de l'armature A du condensateur à l'instant t .



1- Établissement de l'équation différentielle lors de la décharge

- 1.1. Quelle relation lie u_R et u_C ?
- 1.2. Rappeler la relation qui lie la charge q_A de l'armature A à la tension u_C .
- 1.3. Établir la relation liant l'intensité i du courant à la tension u_C .
- 1.4. Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de u_C peut s'écrire :

$\alpha u_C + \frac{du_C}{dt} = 0$ où α est une constante non nulle. Donner alors l'expression de α en fonction de R et C .

2- Solution de l'équation différentielle

Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire $u_C = Ae^{-\beta t}$ où A et β sont deux constantes positives non nulles.

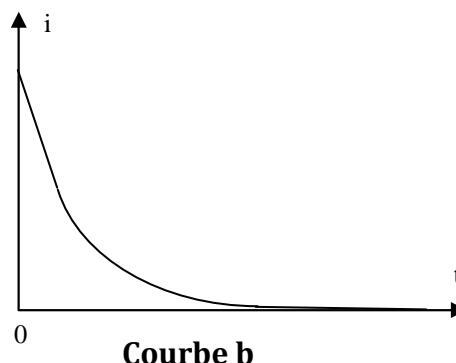
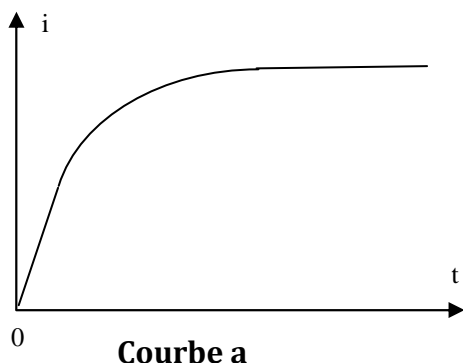
- 2.1. En utilisant l'équation différentielle, montrer que $\beta = \frac{1}{RC}$.
- 2.2. Déterminer la valeur de A .
- 2.3. Indiquer parmi les **courbes 1 et 2 données en annexe page 8**, celle qui peut représenter u_C . Justifier la réponse.
- 2.4. Montrer par analyse dimensionnelle que $\tau = RC$ a la même unité qu'une durée.
- 2.5. Vérifier graphiquement que la constante de temps τ est voisine de 70ms. Expliquer la méthode utilisée **en utilisant un des graphes page 8 de l'annexe**.
- 2.6. Sachant que $R = 33 \Omega$, en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

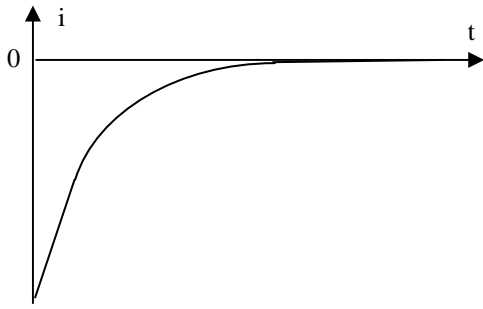
3- Intensité du courant

3.1. En utilisant les résultats précédents, montrer que $i = -\frac{U_0}{R} e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)}$.

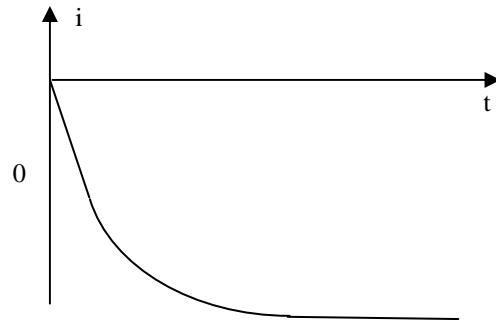
3.2. Déterminer la valeur I_0 de i à $t = 0$.

3.3. Indiquer parmi les quatre courbes ci-dessous (courbes a à d) celle qui peut représenter i . Justifier.





Courbe c



Courbe d

3.4. Calculer la valeur de i pour $t = 0,50$ s.

3.5. Déterminer la valeur de u_C à la même date.

3.6. Le condensateur est-il déchargé à la date $t = 0,50$ s ? Justifier la réponse.

4. Énergie emmagasinée dans le condensateur

4.1. Rappeler l'expression de l'énergie emmagasinée dans le condensateur du montage étudié en fonction de sa capacité et de la tension u_C à ses bornes, puis en fonction de sa capacité et de la charge q_A de son armature A.

4.2. On remplace le condensateur par un autre condensateur de capacité $C' = 2.C$. Ce nouveau condensateur est chargé sous une tension $U_0' = U_0/2$.

Comparer l'énergie emmagasinée à la date $t=0$ dans le condensateur de capacité C' avec la valeur de l'énergie emmagasinée à la même date $t = 0$ dans le condensateur de capacité C .

Exercice 2 TEMPS DE DEMI-VIE ET TEMPS DE DEMI-REACTION (7,5 points)

1. Temps de demi-vie

Le thorium ^{230}Th est utilisé dans la datation des coraux et concrétions carbonatées ainsi que dans la datation des sédiments marins et lacustres.

Dans un échantillon de « thorium 230 », on appelle $N(t)$ le nombre de noyaux de thorium présents à chaque date t et N_0 celui des noyaux présents à la date $t_0 = 0$.

On a représenté en annexe page 9 la courbe donnant le rapport $\frac{N(t)}{N_0}$

1.1. Le noyau ^{230}Th est un émetteur α et se désintègre pour donner du ^{88}Ra . Indiquer ce que représente α et écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante, en précisant les lois utilisées (le noyau de radium est obtenu dans un état non excité)

1.2. Donner la définition du temps de demi-vie $t_{1/2}$.

Vérifier que sa valeur est de $7,5 \times 10^4$ années en expliquant succinctement la méthode utilisée.

1.3. Donner l'expression mathématique de la loi de décroissance radioactive.

Calculer la constante radioactive λ en année $^{-1}$.

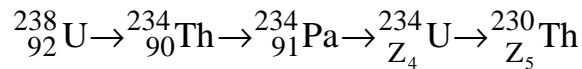
1.4. Parmi ces grandeurs :

- l'âge de l'échantillon de noyaux
- la quantité initiale de noyaux.
- la température
- la nature des noyaux

Quelle est la seule grandeur qui fait varier le temps de demi-vie ?

1.5. Le thorium ^{230}Th fait partie de la famille radioactive de l'uranium ^{238}U .

Une famille radioactive est composée d'un ensemble de noyaux radioactifs, tous issus d'un noyau initial instable qui, de père en fils, par désintégrations successives conduisent à un noyau stable, ici le « plomb 206 ». L'« uranium 238 », dissous à l'état de traces dans l'eau de mer, produit des atomes de « thorium 230 » suivant les réactions nucléaires suivantes :



Donner les valeurs de Z_4 et Z_5 , en les justifiant, et indiquer le type de radioactivité pour les deux premières transformations.

1.6. Au début de leur formation, les concrétions carbonatées des coraux contiennent de l' « uranium 238 » et pas de « thorium 230 ». La méthode de datation de ces carbonates repose sur le rapport des nombres de noyaux :

$\frac{N({}^{230}\text{Th})}{N({}^{238}\text{U})}$. Ce rapport augmente au cours du temps jusqu'à « l'équilibre séculaire ». Celui-ci correspond à l'état où

les deux populations des noyaux d' « uranium 238 » et de « thorium 230 » ont même activité.

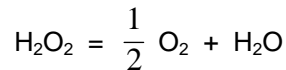
1.6.1. L'activité $A(t)$ d'une population de noyaux identiques est définie ici par : $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$

Montrer que $A(t) = \lambda \cdot N(t)$ pour une population de noyaux donnée.

1.6.2. En déduire, qu'à l'équilibre séculaire, le rapport $\frac{N({}^{230}\text{Th})}{N({}^{238}\text{U})}$ est constant.

2. Temps de demi-réaction :

On étudie maintenant la décomposition chimique au cours du temps, en présence d'un catalyseur, d'une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée), de concentration molaire effective $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 9,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ à $t_0 = 0 \text{ s}$, suivant la réaction :



Le peroxyde d'hydrogène se décompose à température ambiante.

La courbe a de l'annexe page 9 donne l'évolution de la concentration de la solution aqueuse d'eau oxygénée en fonction du temps.

2.1. L'eau oxygénée est-il le réducteur ou l'oxydant du couple $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$?

En utilisant l'équation associée à la réaction précédente, donner le second couple auquel appartient l'eau oxygénée, en précisant le rôle de celle-ci.

2.2. Justifier en exploitant la courbe, sans calcul, le fait que l'on peut considérer la décomposition du peroxyde d'hydrogène comme une transformation chimique lente et totale.

2.3. Définir le temps de demi-réaction.

Déterminer sa valeur approximative à partir de la **courbe a située page 9 de l'annexe**.

2.4. Effet de la concentration initiale

La courbe b de l'annexe page 9 donne l'évolution de la concentration de la solution d'eau oxygénée en fonction du temps, avec : $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 1,8 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

A partir des **courbes a et b de l'annexe page 9**, quelle est l'influence de la concentration molaire initiale sur le temps de demi-réaction ?

2.5. Effet de la température

En complétant **la figure de la question 2 en annexe page 9** tracer l'allure de la courbe donnant, **pour une température plus faible**, l'évolution de la concentration de la solution d'eau oxygénée en fonction du temps, avec $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 9,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

3. Conclusion

$\frac{N(t)}{N_0}$ et $[\text{H}_2\text{O}_2](t)$ évoluent dans le temps suivant la même loi mathématique.

Quelle(s) analogie(s) et quelle(s) différence(s) peut-on constater en ce qui concerne les facteurs qui influencent le temps de demi-vie et le temps de demi-réaction dans les exemples étudiés ?

Remarque :

ce résultat, obtenu dans le cas de la réaction étudiée, n'est pas généralisable à toute transformation chimique.

Exercice 3. spécialité DOSAGE DES IONS CUIVRE II (5 points)

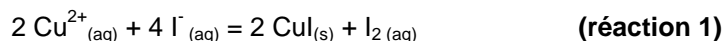
Le but de l'exercice est d'illustrer le dosage de solutions parfois utilisées en hydrométallurgie et contenant des ions cuivre (II) : $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$.

On dispose d'une solution S_1 contenant des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$.

1. Une première méthode de dosage :

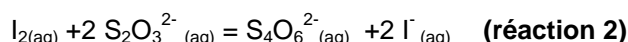
Cette méthode met en jeu deux réactions successives : on prélève un volume $V_1 = 20,0$ mL de la solution S_1 que l'on place dans un erlenmeyer, on ajoute une solution d'iodure de potassium ($\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{I}^-_{(\text{aq})}$).

La transformation chimique mise en jeu est modélisée par :



On dose ensuite le diiode formé $\text{I}_{2(\text{aq})}$ par une solution de thiosulfate de sodium ($2 \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$) : l'erlenmeyer est placé sous une burette contenant la solution de thiosulfate de sodium telle que $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}] = 0,40 \text{ mol.L}^{-1}$. L'équivalence est repérée grâce à la décoloration d'empois d'amidon ajouté. Le volume de solution de thiosulfate de sodium ajouté est alors $V_E = 12,4$ mL.

La transformation chimique mise en jeu est modélisée par :



1.1. Quelques questions sur cette méthode de dosage.

1.1.1. Dans la réaction (1), il est nécessaire que l'ion iodure $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ soit en excès par rapport aux ions cuivre $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$. Justifier cette nécessité.

On considérera que cette condition est vérifiée par la suite.

1.1.2. La méthode proposée constitue-t-elle un dosage direct ou indirect des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$? Justifier votre réponse.

1.2. Exploitation du dosage.

On pourra éventuellement s'aider d'un tableau d'avancement.

1.2.1. Quelle relation lie les quantités de diiode n_{I_2} et d'ions thiosulfate $n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}$ ayant réagi à l'équivalence ?

1.2.2. Quelle relation lie les quantités de diiode n_{I_2} et d'ions cuivre $n_{\text{Cu}^{2+}}$ mises en jeu lors de la réaction (1) ?

1.2.3. En déduire la concentration $[\text{Cu}^{2+}]$ de la solution S_1 en ion cuivre (II).

2. Deuxième méthode de dosage :

On veut maintenant réaliser le dosage spectrophotométrique de la solution S_1 .

Pour cela, on prépare un ensemble de solutions de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) à partir d'une solution mère S_m de concentration $c_m = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$. La teinte bleue de ces solutions est due à la présence des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$.

Solution	S_m	S_{d1}	S_{d2}	S_{d3}	S_{d4}	S_{d5}
$[\text{Cu}^{2+}] (\text{mol.L}^{-1})$	0,500	0,250	0,200	0,100	0,050	0,010

2.1. Préparation d'une solution diluée: décrire soigneusement la préparation de 50,0 mL de la solution S_{d2} à partir de la solution mère S_m sachant que l'on dispose de la verrerie suivante :

- fioles jaugées de 25 mL, 50 mL, 100 mL ;
- pipettes jaugées de 10 mL, 20 mL, 25 mL ;
- béchers de 50 mL et de 100 mL ;
- éprouvettes graduées de 20 mL et 50 mL.

2.2. Mesure de l'absorbance de chacune des solutions avec un spectrophotomètre.

2.2.1. L'opérateur introduit de l'eau distillée dans une cuve qu'il place dans le spectrophotomètre, il règle alors l'absorbance sur la valeur "zéro". Justifier cette opération.

2.2.2. On mesure l'absorbance des solutions préparées. Les points expérimentaux sont présentés sur le **graphique situé en annexe page 10**.

La loi de Beer-Lambert $A = k \cdot [\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}]$ est-elle vérifiée ? Justifier en utilisant le **graphe en annexe**.

2.3. Détermination de la concentration de la solution S_1 .

On prélève 25,0 mL de cette solution que l'on introduit dans une fiole jaugée de 50,0 mL dont on complète le niveau avec de l'eau distillée.

Après homogénéisation l'absorbance de cette solution S_2 est mesurée : on trouve $A = 1,5$.

En utilisant le graphe situé en annexe page 10, déterminer la concentration en ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ de la solution S_2 . En déduire celle de la solution S_1 .

2.4. La méthode employée constitue-t-elle un dosage par titrage ou un dosage par étalonnage ? Justifier.

3. Validité des dosages

3.1. Préparation de la solution S₁.

En réalité, la solution S₁ a été préparée par dissolution de sulfate de cuivre pentahydraté solide (CuSO₄ · 5 H₂O) de masse molaire M = 249,6 g.mol⁻¹.

Une masse m = 15,6 g de ce produit est utilisée pour préparer un volume V = 250 mL de solution, déterminer la concentration en ions Cu²⁺_(aq) de cette solution.

3.2. Conclure sur la validité des dosages effectués précédemment.

Couper, plier puis coller ouagrafer

Classe :

NOM et Prénom :

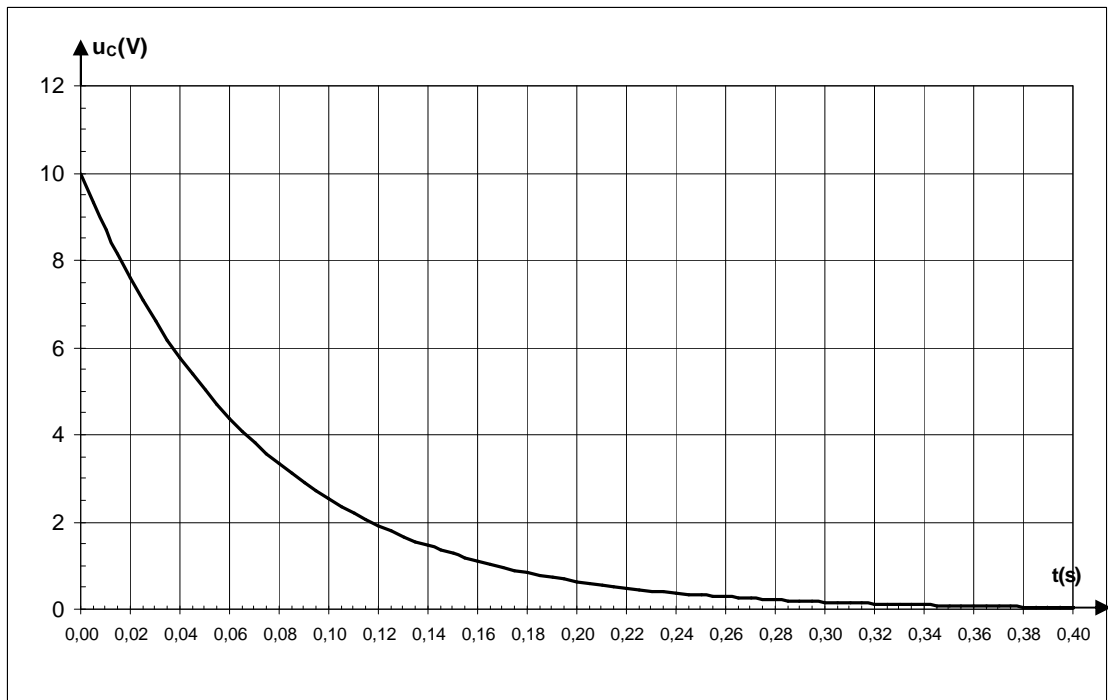
BAC BLANC 2009

Epreuve de Sciences Physiques
sujet de spécialité

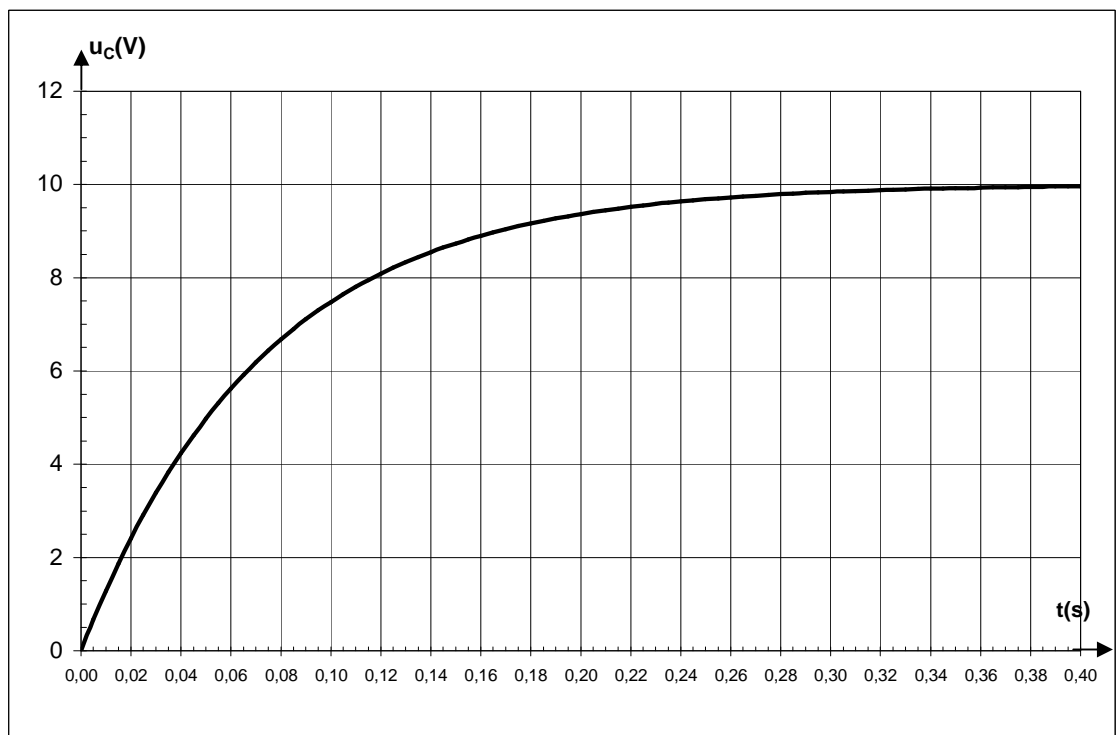
ANNEXES

Exercice n°1 :

Courbe 1

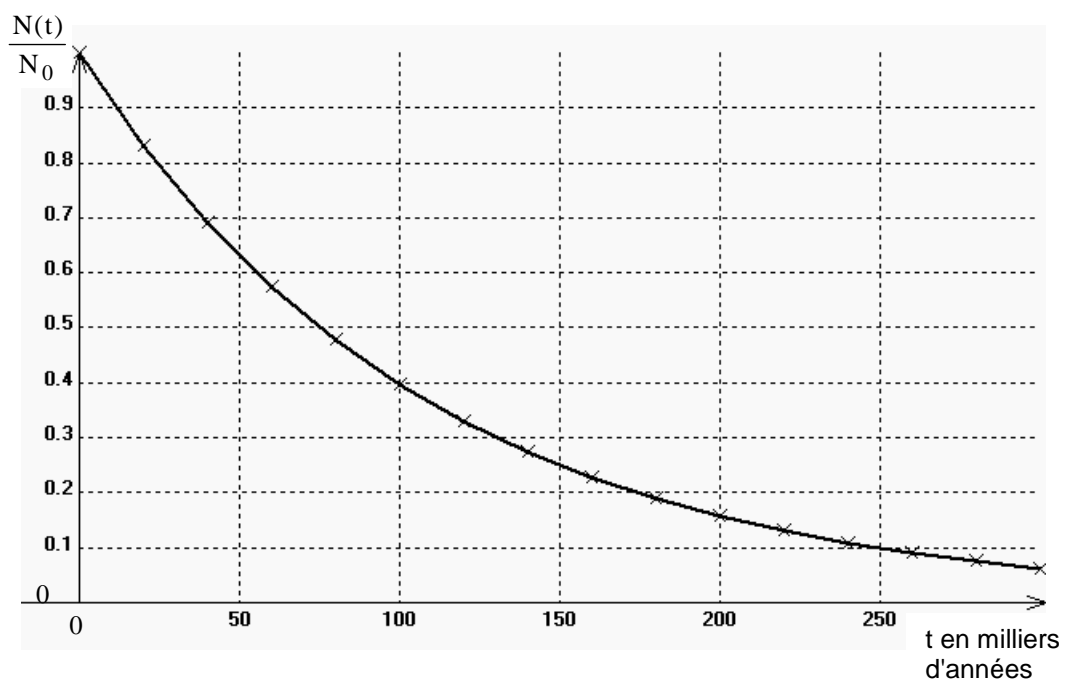


Courbe 2

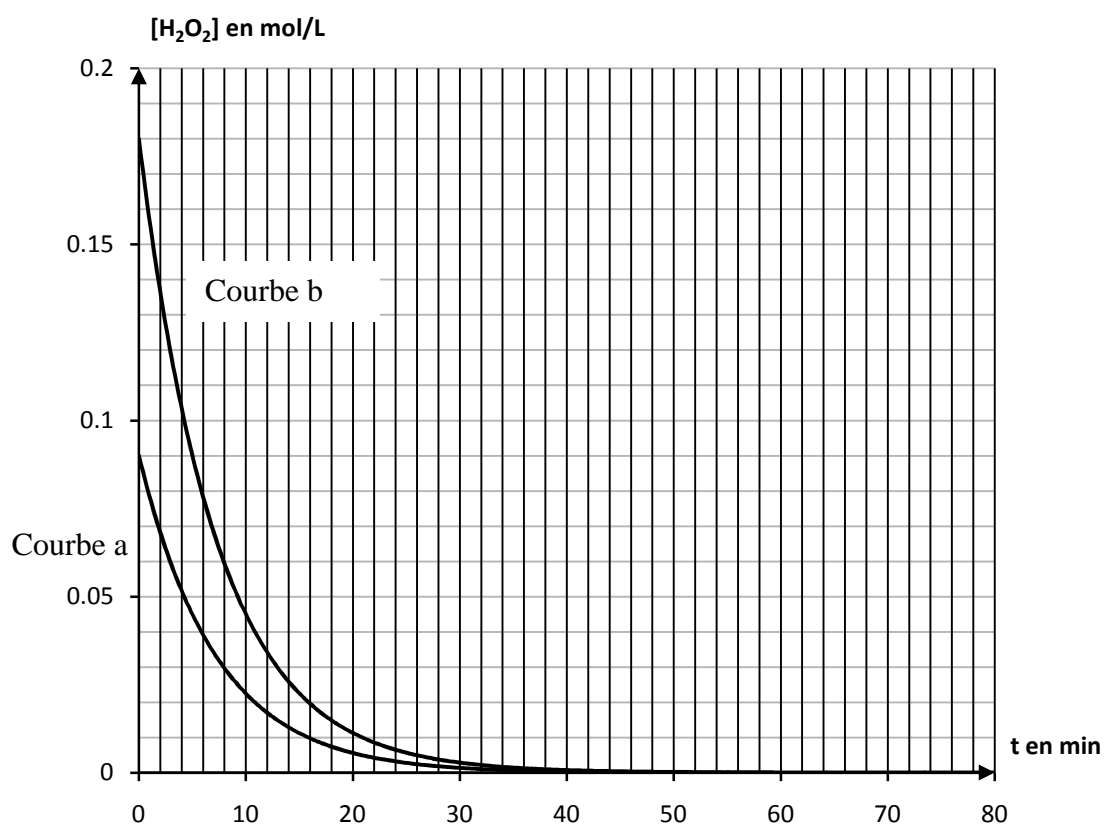


Exercice n°2 :

Question 1



Question 2



Exercice n°3 :

