

Bac blanc 2009
série S

Epreuve de sciences physiques
sujet obligatoire

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 :	Acide carboxylique inconnu (5 points)	page 5 annexes page 10

la page 6 est une page vide

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

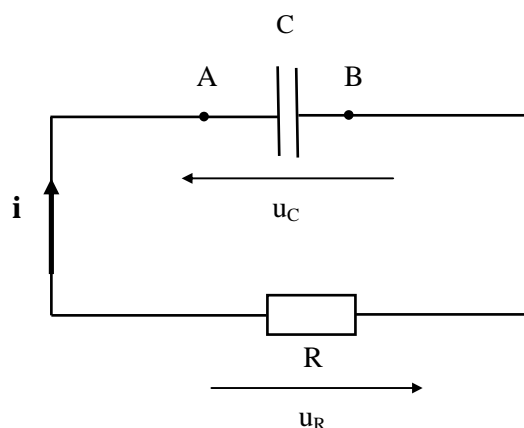
Exercice 1. DÉCHARGE D'UN CONDENSATEUR (7,5 points)

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.

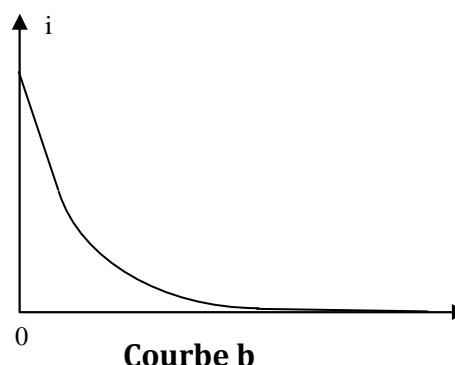
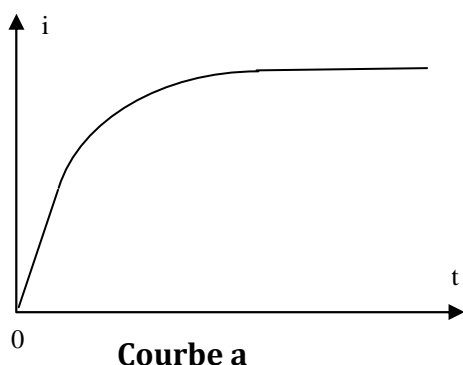
- 2.1. En utilisant l'équation différentielle, montrer que $\beta = \frac{1}{RC}$.
- 2.2. Déterminer la valeur de A .
- 2.3. Indiquer parmi les **courbes 1 et 2 données en annexe page 8**, celle qui peut représenter u_C . Justifier la réponse.
- 2.4. Montrer par analyse dimensionnelle que $\tau = RC$ 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.

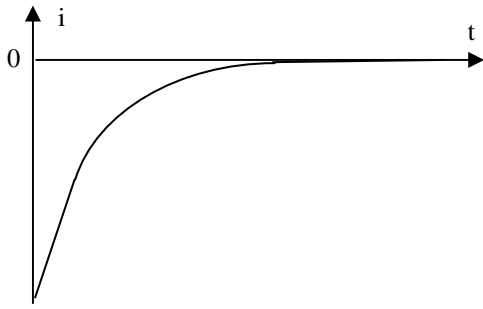
3- Intensité du courant

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

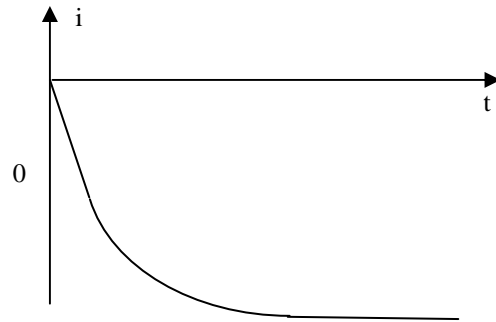
3.2. Déterminer la valeur I_0 de i à $t = 0$.

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 $^{-1}$.

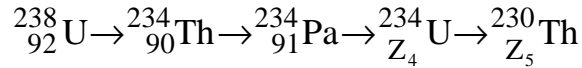
1.4. Parmi ces grandeurs :

- 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.

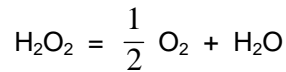
1.6.1. L'activité $A(t)$ d'une population de noyaux identiques est définie ici par : $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$

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. ACIDE CARBOXYLIQUE INCONNU (5 points)

On dispose au laboratoire d'un flacon contenant une solution aqueuse d'acide carboxylique, de nature et de concentration inconnues. L'acide carboxylique est noté R-COOH avec R représentant un atome d'hydrogène ou un groupe d'atomes. On se propose de déterminer la concentration de l'acide par titrage puis de l'identifier (c'est-à-dire de déterminer la nature de R).

1. Titrage de l'acide carboxylique

On titre un volume $V_a = 50,0 \text{ mL}$ d'acide carboxylique R-COOH de concentration molaire C_a par une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium (notée $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration molaire $C_b = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On note V_b le volume de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé. Le suivi pH-métrique du titrage permet d'obtenir la courbe donnée en **annexe page 10 document 1**.

- 1.1. Faire un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour effectuer ce titrage.
- 1.2. Écrire l'équation, considérée comme totale, de la réaction du titrage.
- 1.3. Compléter le tableau d'avancement fourni en **annexe page 10 document 2**, en utilisant les grandeurs C_a , C_b , V_a , et V_b .
- 1.4. Définir l'équivalence du titrage.
- 1.5. Déterminer graphiquement le volume V_{bE} de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. (Les traits de constructions devront figurer en **annexe page 10 document 1**).
- 1.6. Écrire la relation existant entre C_a , V_a , C_b et V_{bE} à l'équivalence. En déduire la valeur de la concentration molaire C_a , de l'acide carboxylique titré.

2. Identification de l'acide carboxylique R-COOH

- 2.1. Donner l'expression de la constante d'acidité K_A du couple R-COOH (aq) / R-COO⁻ (aq).
- 2.2. Montrer qu'à partir de l'expression de la constante d'acidité K_A , on peut écrire

$$\text{pH} = \text{p}K_A + \log \frac{[\text{RCOO}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}}{[\text{RCOOH}(\text{aq})]_{\text{éq}}}$$

2.3.

2.3.1. Quel est le réactif limitant lorsqu'on a versé un volume de solution S_b égal à $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$?

2.3.2. En utilisant la dernière ligne du tableau d'avancement fourni en **annexe page 10 document 2**, montrer que pour un volume de solution S_b égal à $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$ on a : $x_f = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{2}$.

2.3.3. À l'aide de la réponse obtenue à la question 1.6. et de la réponse précédente, montrer que

$$[\text{RCOOH}(\text{aq})]_{\text{éq}} = [\text{RCOO}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}, \text{ lorsque } V_b = \frac{V_{bE}}{2}.$$

2.4. À l'aide de la relation établie à la question 2.2. et de l'égalité $[\text{RCOOH}(\text{aq})]_{\text{éq}} = [\text{RCOO}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}$, déduire l'expression du pH pour $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$.

2.5. En utilisant la courbe donnée en **annexe page 10 document 1** et les données de $\text{p}K_A$ ci-dessous, identifier, la nature de l'acide carboxylique R-COOH.

Couple acide / base	$\text{p}K_A$
$\text{HCl}_2\text{C-COOH} / \text{HCl}_2\text{C-COO}^-$	1,3
$\text{H}_2\text{ClC-COOH} / \text{H}_2\text{ClC-COO}^-$	2,9
$\text{H-COOH} / \text{H-COO}^-$	3,8
$\text{H}_3\text{C-COOH} / \text{H}_3\text{C-COO}^-$	4,8

Couper, plier puis coller ouagrafer

Classe :

NOM et Prénom :

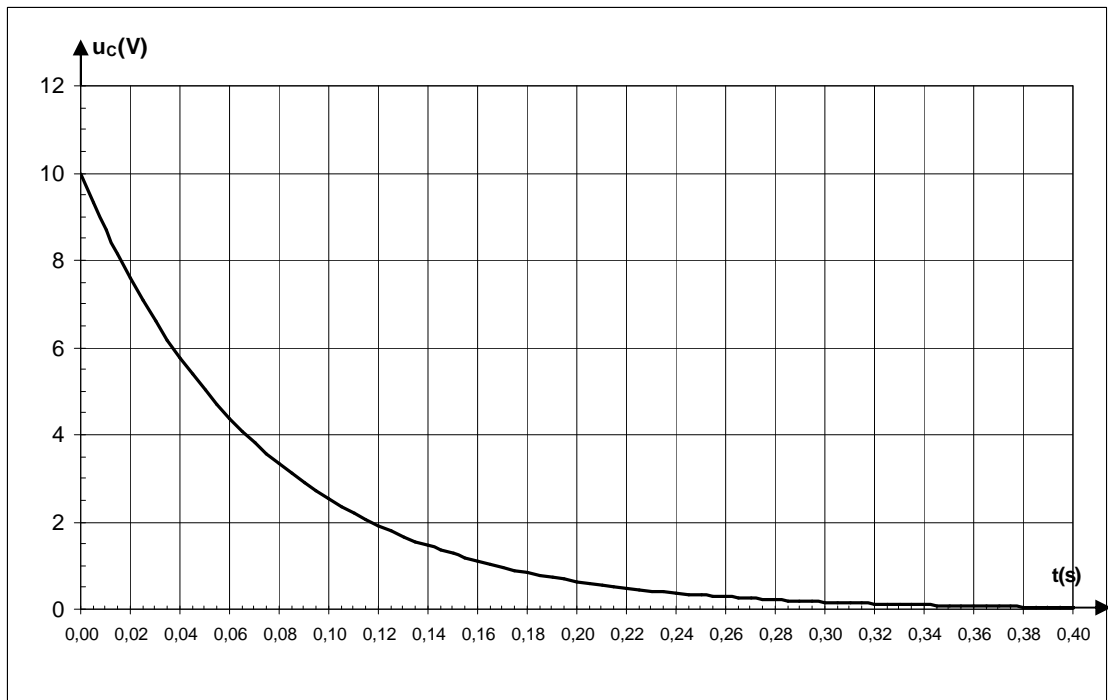
BAC BLANC 2009

Epreuve de Sciences Physiques
sujet obligatoire

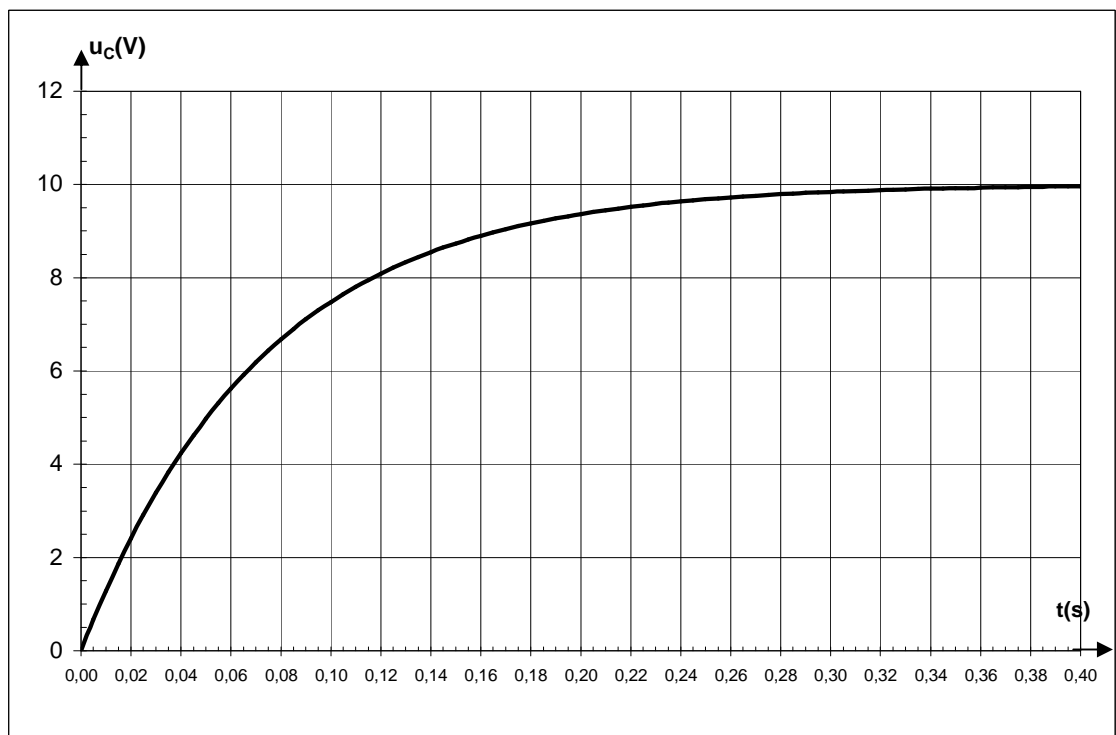
ANNEXES

Exercice n°1 :

Courbe 1

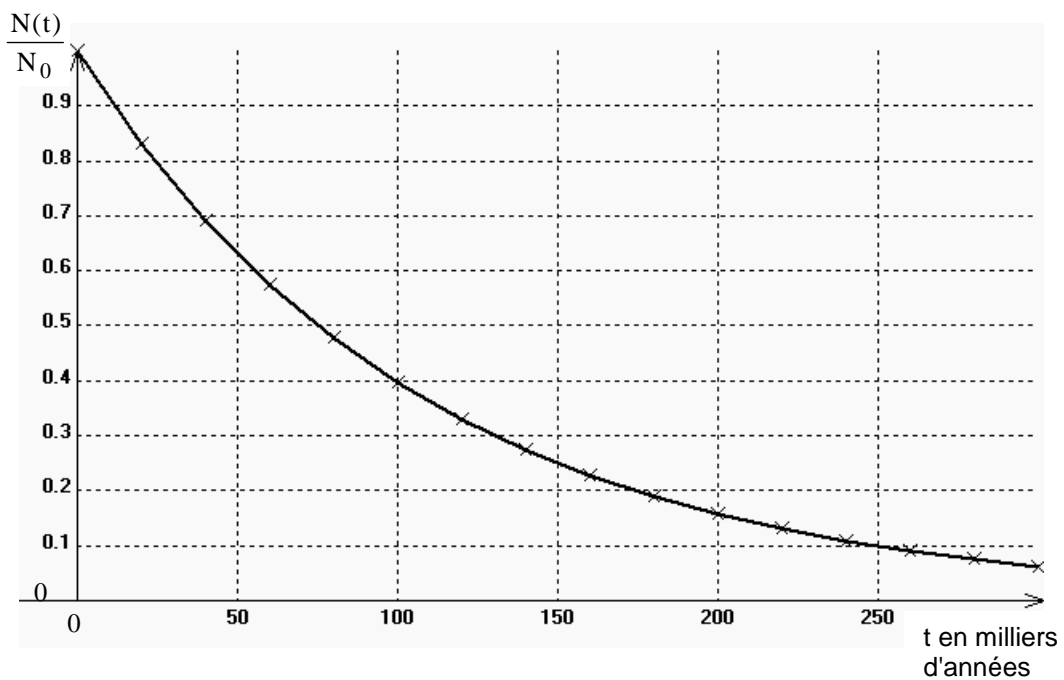


Courbe 2

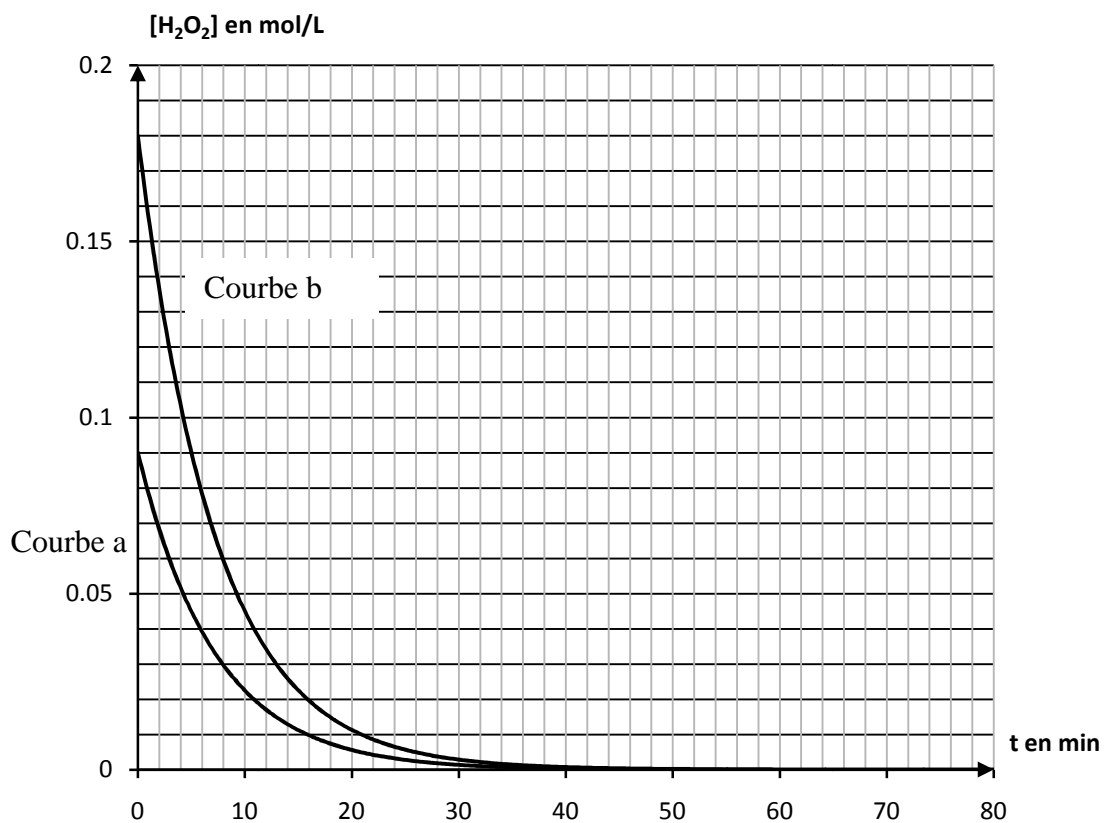


Exercice n°2 :

Question 1



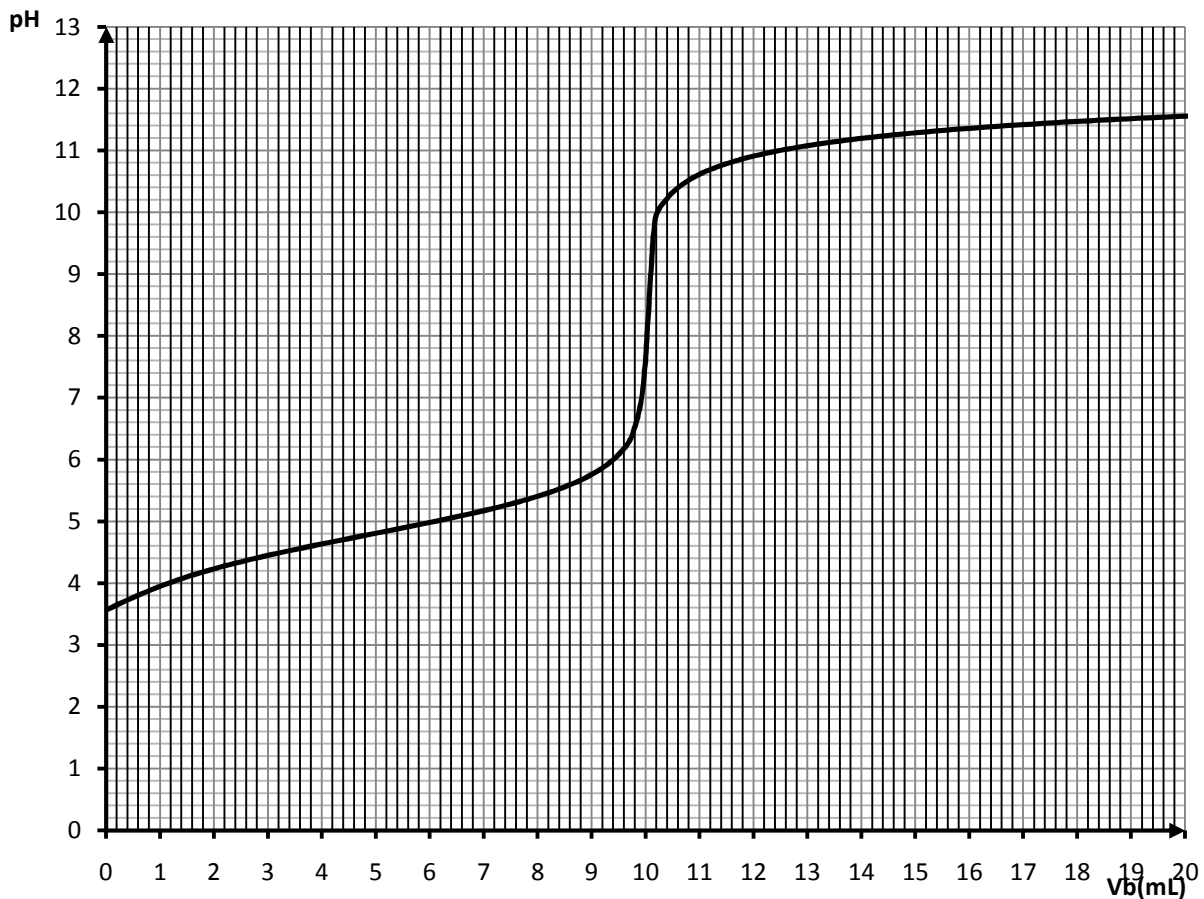
Question 2



Exercice n°3 :

Document 1 :

Courbe de titrage de la solution d'acide carboxylique R-COOH par la solution S_b d'hydroxyde de sodium



Document 2 :

équation de la réaction du titrage		+	→	+
état du système	avancement en mol	quantités de matière en mol		
initial	$x = 0$			
intermédiaire	x			
final	x_f			