

## I. PHYSIQUE (12 points) : Etude d'un condensateur.

Un générateur de tension, de force électromotrice  $E$ , alimente un conducteur ohmique de résistance  $R = 100\Omega$  et un condensateur de capacité  $C$ , associés selon le schéma représenté sur la figure 1 ci-dessous. Un oscilloscope numérique est utilisé pour suivre l'évolution temporelle de 2 tensions du circuit (en voie 1 et en voie 2). L'appareil n'est pas à entrées différentielles, la masse est donc commune aux deux voies.

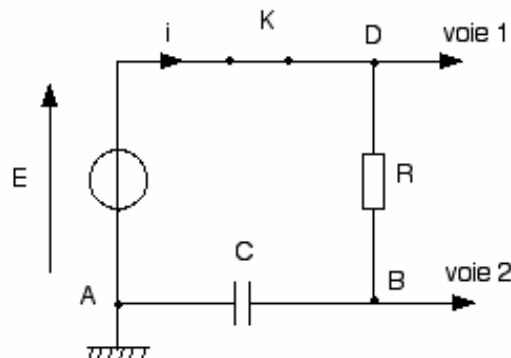


Figure 1.

A la date  $t_0 = 0$  s, le condensateur étant préalablement déchargé, on ferme l'interrupteur K et l'oscilloscope enregistre les tensions dont les évolutions temporelles sont traduites par les courbes données figure 2.

1. Préciser les tensions (avec des lettres en indice), mesurées dans ce montage ; Indiquer sur le schéma la flèche-tension représentant en convention récepteur, la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur.
2. Des courbes a et b de la figure 2, quelle est celle qui correspond à la tension aux bornes du condensateur ? Justifier la réponse.
3. Evaluer, à partir de la figure 2, la durée  $\Delta t$  nécessaire pour charger complètement le condensateur.
4. Faut-il augmenter ou diminuer la valeur de  $R$  pour charger plus rapidement le condensateur ? Justifier la réponse par une argumentation d'ordre pratique et non théorique.
5. A partir de l'orientation du courant qui est indiquée sur la figure 1, établir l'équation différentielle du circuit, en  $u_c$  (tension aux bornes du condensateur).

6. Montrer que  $u_c = E(1 - e^{-t/\tau})$  est solution de l'équation différentielle si  $\tau$  correspond à une expression que l'on déterminera.

7. Calculer la valeur du rapport  $u_c/E$  lorsque  $t = \tau$  ; utiliser ce résultat pour déterminer sur la figure 2 la valeur de  $\tau$  et calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.

8. Calculer la valeur du rapport  $u_c/E$  lorsque  $t = 5\tau$  ; comparer ce résultat à celui de la question 3 et conclure.

9. En respectant l'orientation du courant qui est indiquée sur la figure 1, établir l'expression de  $i(t)$ . En déduire l'allure de la courbe  $i = f(t)$  en précisant sa valeur initiale  $i_0$  à l'instant  $t = 0$ .

L'allure de cette courbe pourrait être fournie par une tension ; laquelle ? cette tension est-elle observable avec le montage proposé ? Refaire un schéma modifié, permettant d'observer cette tension et la tension aux bornes du circuit RC, en précisant les branchements (voies 1, 2 et masse) de l'oscilloscope.

10. Lorsque le condensateur est totalement chargé, on ouvre l'interrupteur K et on court-circuite le circuit RC en reliant par un fil les points A et D. En conservant l'orientation du courant de la fig.1, indiquer l'allure de la courbe montrant l'évolution temporelle de  $u_c$  pendant la décharge, puis sur un autre graphique, l'allure de la courbe montrant l'évolution temporelle de l'intensité  $i(t)$ , en justifiant leur signe.

Des deux grandeurs  $u_c(t)$  et  $i(t)$ , quelle est celle qui n'est pas une fonction continue du temps ?

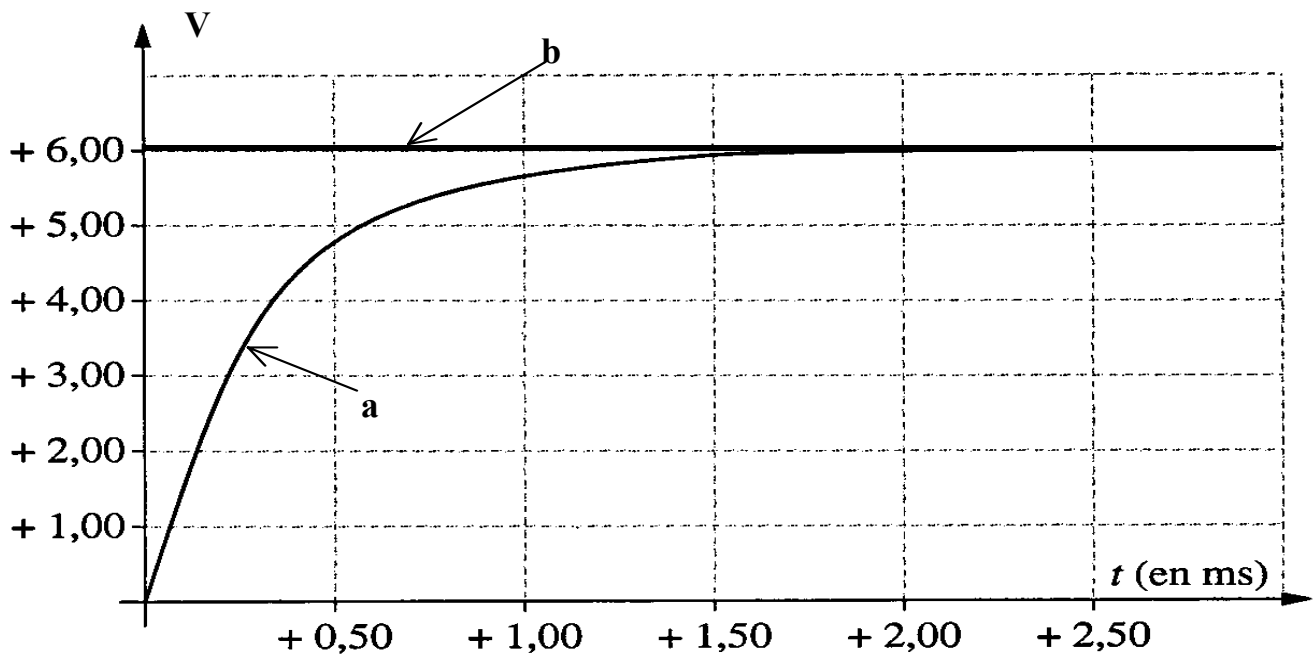


Figure 2

II. CHIMIE (8 points) : Transformation associée à une réaction acido-basique en solution aqueuse

L'exercice est un questionnaire à choix multiples ; à chaque question peuvent correspondre aucune, une ou plusieurs propositions exactes ; inscrire en toutes lettres « VRAI » ou « FAUX » dans la case correspondant à chaque proposition. Chaque question est notée sur 1 point et un demi point est déduit pour chaque proposition fautive ou absence de réponse. Aucune justification n'est demandée, les calculs nécessaires seront faits au brouillon. Les solutions sont considérées à 25°C.

**Question 1** : l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau s'écrit :  $2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^-$

a) le quotient de réaction à l'équilibre $Q_{r_{eq}}$ vaut $10^{-7}$ dans l'eau pure.	
b) la constante d'équilibre $K_e$ vaut $10^{-14}$ dans toute solution aqueuse.	
c) le taux d'avancement de cette réaction à l'équilibre est 1.	
d) Le pH d'une solution où $[\text{HO}^-] = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ est compris entre 11 et 12.	

**Question 2** : on dispose d'une solution d'un acide HA de concentration en soluté apporté  $c_a = 1.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

a) si le pH de la solution est 2, alors le taux d'avancement de la réaction de l'acide sur l'eau est 1.	
b) si le pH de la solution est 3 alors le taux d'avancement est 10%.	
c) si les concentrations en acide et en base conjugués sont égales, le pH est égal à la moitié du pKa.	
d) Le quotient de réaction initial est toujours égal à la constante d'acidité $K_a$ du couple $\text{HA}/\text{A}^-$ .	

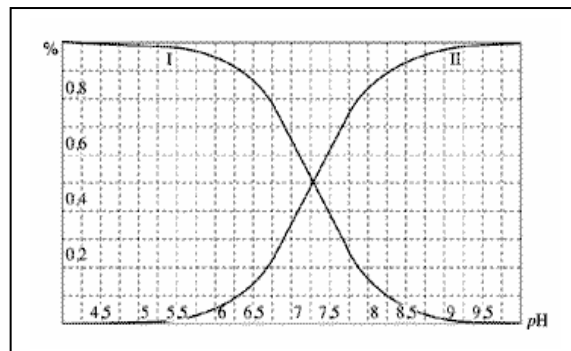
**Question 3** : soit une solution de l'acide HA de constante d'acidité  $K_a$  ; La réaction de sa base conjuguée  $\text{A}^-$  sur l'eau a pour constante d'équilibre :

a) $K_a$	
b) $1/K_a$	
c) $K_e.K_a$	
d) $K_e/K_a$	

**Question 4 : acides et bases**

a) une réaction acide-base est un échange d'électron.	
b) une réaction acide-base est un échange de proton.	
c) l'eau joue le rôle d'un acide ou d'une base selon l'espèce qui réagit avec elle.	
d) le taux d'avancement de la réaction d'un acide sur l'eau dépend des conditions initiales.	

**Question 5 :** L'acide hypochloreux a pour formule HOCl.  
Sa base conjuguée ClO<sup>-</sup> est appelée ion hypochlorite.  
Le document ci-contre représente les pourcentages des espèces chimiques acide et base du couple HOCl/ClO<sup>-</sup> en fonction du pH pour une solution où C = 1,00.10<sup>-2</sup> mol. L<sup>-1</sup>



a) La courbe I représente l'évolution en % de la base en fonction du pH	
b) Le pKa de ce couple est 7,3	
c) le domaine de prédominance de l'acide correspond aux pH inférieurs à 7,3	
d) Le pH d'une solution refermant 70% d'acide et 30% de base conjuguée est 6,88	

**Question 6 :** comparaison de deux acides ; on dispose de solutions d'acides différents ;

Solution 1 : acide éthanoïque, pKa = 4,7, C<sub>1</sub> = 3,0.10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>, pH = 3,1

Solution 2 : acide HA inconnu, pKa inconnu, C<sub>2</sub> = 3,0.10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>, pH = 2,9

a) le taux d'avancement de la solution 1 est 2,6%	
b) le taux d'avancement de la solution 2 est 6,2%	
c) le pKa inconnu a pour valeur 5,2	
d) le pKa inconnu a pour valeur 4,2	

**Question 7 :** On mélange 100mL d'une solution d'acide éthanoïque CH<sub>3</sub>COOH de concentration en soluté apporté c<sub>a</sub> = 1.10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup> et 200mL d'une solution d'ammoniac NH<sub>3</sub> de concentration en soluté apporté c<sub>b</sub> = 1.10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>

Données : couple CH<sub>3</sub>COOH/ CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>, pKa1 = 4,7 ; couple NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>, pKa2 = 9,2

a) l'équation s'écrit : CH <sub>3</sub> COOH + NH <sub>3</sub> = CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
b) le réactif limitant est NH <sub>3</sub>	
c) la constante d'équilibre de la réaction est K = 3,16.10 <sup>4</sup>	
d) la taux d'avancement de la réaction est pratiquement égal à 1	

**Question 8 :** (suite de la question précédente)

a) D'après le tableau d'avancement, à l'état final, n <sub>f,NH3</sub> = 1.10 <sup>-3</sup> mol	
b) à l'état final, [NH <sub>3</sub> ] = 1.10 <sup>-2</sup> mol.L <sup>-1</sup>	
c) à l'état final, [NH <sub>3</sub> ] = [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]	
d) à l'état final pH = 9,2	