



Ministère de l'Éducation nationale



République Du Sénégal

Un Peuple – Un But – Une Foi



## INSPECTION D'ACADEMIE DE KEDOUGOU

EVALUATIONS A EPREUVES STANDARDISEES 2022-2023COMPOSITION DU SECOND SEMESTRENiveaux : TS1Epreuve : Sciences physiquesDurée : 4 Heures**EXERCICE 1 :** (03,5 points)**Données :**

- Masse volumique du vinaigre :  $\rho_V = 1,02 \text{ g/mL}$
- Masse volumique de l'acide éthanoïque pur :  $\rho_A = 1,05 \text{ g/mL}$
- Masse molaire de l'acide éthanoïque :  $M = 60,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Dans cet exercice, les solutions considérées sont prises à 25°C.

Lycéen passionné par la chimie, un élève se pose beaucoup de questions...

**1-1).** L'élève se demande si deux solutions d'acides différents, mais de même concentration, ont le même pH. Il dispose d'une solution de chlorure d'hydrogène (acide chlorhydrique)  $S_1$  et d'une solution d'acide éthanoïque  $S_2$  de même concentration en soluté apporté  $c = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Il mesure un pH de 2,0 pour  $S_1$  et un pH de 3,4 pour  $S_2$ . Déterminer la concentration des ions hydronium dans chacune des solutions. **(0,5 pt)**

**1-2).** L'élève veut connaître le comportement des solutions  $S_1$  et  $S_2$  par rapport à la dilution.

**1-2-1).** Décrire le mode opératoire pour préparer avec précision au laboratoire 100 mL de solution fille diluée 10 fois à partir d'une solution mère. La mesure du pH des solutions filles obtenues donne 3,0 pour l'acide chlorhydrique et 3,9 pour la solution d'acide éthanoïque. **(0,5 pt)**

**1-2-2).** Dans la solution obtenue après dilution, dans chaque cas, la concentration des ions hydronium a-t-elle été divisée par 10 ? Justifier. **(0,25 pt)**

**1-3).** L'élève découvre une relation remarquable entre les concentrations d'espèces chimiques en solution.

**1-3-1).** Pour la solution d'acide éthanoïque  $S_2$  de concentration  $c = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , calculer la valeur du rapport

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

**(0,25 pt)**

**1-3-2).** Aux incertitudes expérimentales près, on constate que l'on obtient la même valeur pour la solution diluée 10 fois. Quel nom donne-t-on à cette valeur caractéristique du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  ? **(0,25 pt)**

**1-4).** L'élève lit sur une bouteille de vinaigre l'indication pourcentage massique : « 7,0% d'acidité ». Il se demande si l'indication est la bonne.

Pour le savoir, il considère le vinaigre comme une solution aqueuse d'acide éthanoïque et procède à un titrage pH-métrique de  $V_1 = 20,0 \text{ mL}$  de vinaigre dilué 10 fois par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (ou soude) de concentration en ions hydroxyde  $c_B = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Il note ses résultats expérimentaux :

- Volume de soude versé à l'équivalence :  $V_{BE} = 23,8 \text{ mL}$
- pH à l'équivalence :  $\text{pH}_E = 8,4$ .

**1-4-1).** Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'hydroxyde de sodium. **(0,25 pt)**

**1-4-2).** Donner, en la justifiant, l'expression de la concentration  $c_1$  en acide éthanoïque du vinaigre dilué 10 fois en fonction de  $V_1$ ,  $c_B$  et  $V_{BE}$ . Calculer  $c_1$ . **(0,5 pt)**

**1-4-3).** En déduire la concentration  $c_0$  du vinaigre en acide éthanoïque. **(0,25 pt)**

**1-4-4).** Montrer que la masse  $m_a$  d'acide éthanoïque dissous dans 1,00 L de vinaigre est  $m_a = 71,4 \text{ g}$ . **(0,25 pt)**

**1-4-5).** En déduire le volume  $V_a$  d'acide éthanoïque pur correspondant à cette masse  $m_a$ . **(0,25 pt)**

**1-4-6).** D'après les résultats obtenus, l'indication sur la bouteille correspond-elle au pourcentage d'acidité ? Justifier. **(0,25 pt)**

**EXERCICE 2 :** (02,5 points)

*La cinétique chimique est l'étude de la vitesse des réactions chimiques.*

*Connaître la vitesse des réactions chimiques et être capable de la calculer est de toute première importance dans toutes les applications de la chimie.*

On étudie en fonction du temps l'évolution d'un mélange de 100 mL de solution d'acide oxalique de concentration  $C_1 = 0,08 \text{ mol/L}$  et de 100 mL de dichromate de potassium de concentration  $C_2 = 0,02 \text{ mol/L}$ .

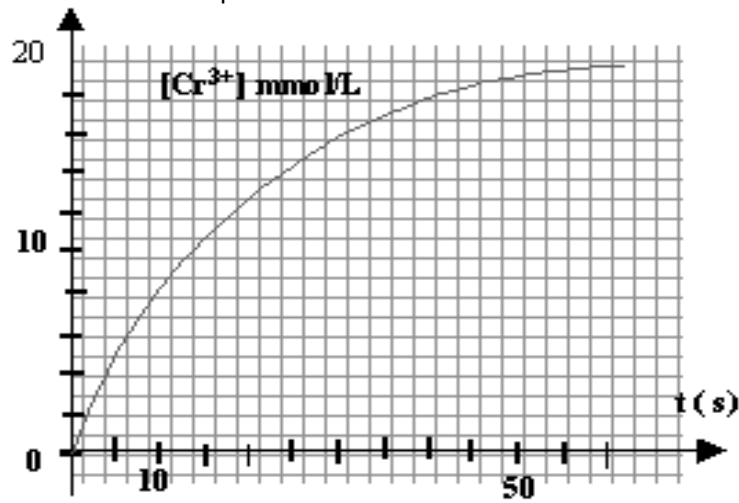
Les couples d'oxydo-réduction intervenant dans cette réaction sont :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$  ;  $\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .

**2.1** Ecrire l'équation bilan de cette réaction. (0,5 pt)

**2.2** Les réactifs sont-ils dans les proportions stœchiométriques ? Justifier la réponse. (0,5 pt)

**2.3** La température étant maintenue constante, on suit la concentration des ions  $\text{Cr}^{3+}$  formés au cours de la réaction (courbe ci-dessous).

Déterminer graphiquement la vitesse de formation des ions  $\text{Cr}^{3+}$  (en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ) à la date 40 s. En déduire, à cette date, la vitesse de disparition de l'acide oxalique. (0,75 pt)

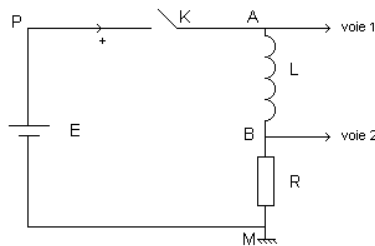


**2.4** Déterminer par le calcul la valeur limite de la concentration des ions  $\text{Cr}^{3+}$  en mol/L. (0,5 pt)

**2.5** En déduire le temps de demi-réaction. (0,25 pt)

**EXERCICE 3 : (05 points)**

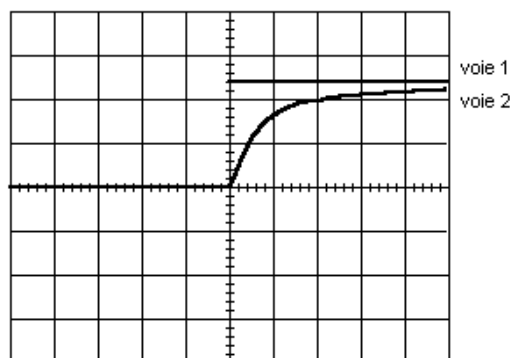
On considère le montage suivant :



Pour visualiser les tensions on utilise un oscilloscope à mémoire.

**3.1- Etude expérimentale.**

A la date  $t = 0$ , on relie K à P. Sur l'écran de l'oscilloscope on enregistre les graphes suivants :



**3.1.1** Quelle est la tension observée sur la voie 1 ? Justifier l'appellation échelon de tension. (0,5 pt)

**3.1.2** Quelle est la tension observée sur la voie 2 ? (0,25 pt)

**3.1.2** Que peut-on dire de l'effet de la bobine sur l'établissement du courant ? (0,25 pt)

**3.2- Etude théorique.**

**3.2.1** Etablir l'équation différentielle reliant l'intensité du courant  $i$  à la date  $t$ . (0,5 pt)

On appelle  $R$  la résistance totale du circuit.

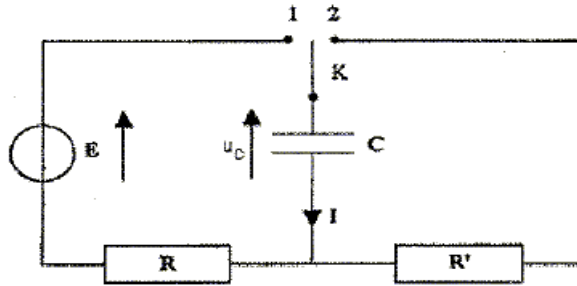
**3.2.2** Vérifier que  $i = \frac{E}{R} \left( 1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$  est solution de cette équation différentielle. (0,5 pt)

**3.2.3** Calculer la constante de temps du circuit, définie par  $\tau = \frac{L}{R}$ . On donne  $R = 4,0 \Omega$  ,  $L = 120 \text{ mH}$ . (0,5 pt)

- 3.2.4 Calculer la valeur de  $i$  aux dates  $0$  ;  $\tau$  ;  $5\tau$  et pour  $t \rightarrow \infty$ . On donne  $E = 12\text{ V}$ . (01 pt)
- 3.2.5 Tracer l'allure de la courbe donnant  $i$  en fonction de  $t$ . (0,5 pt)
- 3.2.6 Montrer que la constante de temps  $\tau = \frac{L}{R}$  du dipôle  $L, R$  est égale à la date pour laquelle la tangente à la courbe, tracée à l'origine des temps, coupe l'asymptote horizontale. (0,5 pt)
- 3.2.7 Calculer l'énergie magnétique "stockée" dans la bobine à la date  $t = 0$  puis en régime permanent (pour  $t \rightarrow \infty$ ). (0,5 pt)
- 3.2.8 Déterminer, à la date  $t$ , les expressions des tensions  $u_{AB}$ ,  $u_{BM}$  et  $u_{AM}$  en fonction de  $t$ . (0,5 pt)

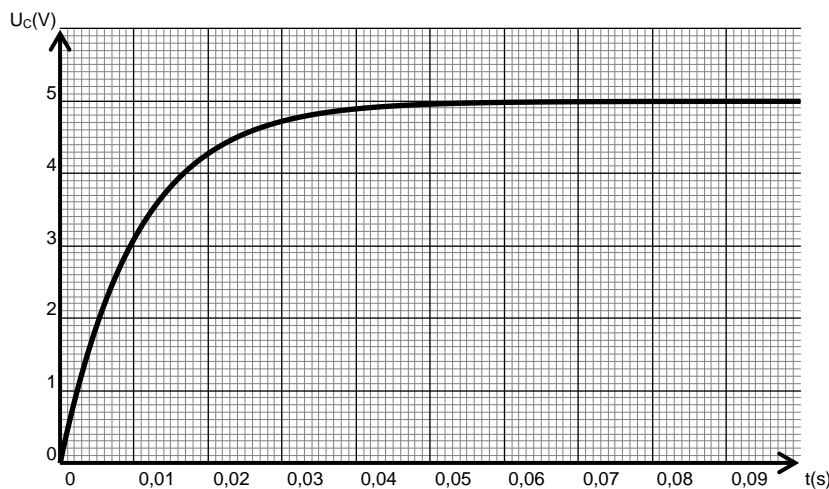
**EXERCICE 4 : (04 points)**

On étudie la charge et la décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique. On réalise le montage suivant :



Le condensateur est initialement déchargé et à la date  $t=0$ , on bascule l'interrupteur en position 1. On donne  $R = 2,2\text{ k}\Omega$  ;  $C = 4,7\text{ }\mu\text{F}$  ;  $R' = 10\text{ k}\Omega$ .

- 4.1 Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur pendant la phase de charge. (0,75 pt)
- 4.2 La solution de cette équation est de la forme :  $u_c(t) = A(1 - e^{-at})$ .  
Exprimer  $A$  et  $\alpha$  en fonction de  $E, R$  et  $C$ . (0,5 pt)
- 4.3 La courbe  $u_c = f(t)$  lors de la charge est donnée ci-dessous.



- 4.3.1 A partir du graphe, déterminer la valeur de  $E$ . (0,5 pt)
- 4.3.2 Définir la constante de temps du circuit. La déterminer à partir du graphe en explicitant la méthode ; en déduire une valeur expérimentale de  $C$  et la comparer à la valeur nominale. (0,75 pt)
- 4.4 On bascule l'interrupteur en position 2 lorsque le condensateur est chargé.
  - 4.4.1 Exprimer, puis calculer la constante de temps  $\tau'$  du circuit lors de la décharge. (0,75 pt)
  - 4.4.2 Dessiner l'allure  $u_c(t)$  lors de la décharge en indiquant sur le graphe les grandeurs caractéristiques :  $u_c$ ( début de décharge),  $u_c$ ( fin de décharge) et  $\tau'$ . (0,75 pt)

**EXERCICE 5 : (05 points)**

Il existe deux principaux isotopes stables du chlore (dont les nombres de masse sont 35 et 37) trouvés dans les proportions respectives de 3 pour 1 et qui donnent aux atomes en vrac une masse molaire atomique apparente de  $35,5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Le chlore a 9 isotopes avec des nombres de masse s'étendant de 32 à 40. Seulement trois de ces isotopes existent à l'état naturel : le  $^{35}\text{Cl}$  stable (75,77 %), le  $^{37}\text{Cl}$  stable (24,23 %) et le  $^{36}\text{Cl}$  radioactif.

Le rapport du nombre de noyaux de  $^{36}\text{Cl}$  au nombre total de noyaux de Cl présents dans l'environnement est de  $7,0 \times 10^{-13}$  actuellement.

Le « chlore 36 » ( $^{36}\text{Cl}$ ) se désintègre essentiellement en « argon 36 » ( $^{36}\text{Ar}$ ). La demi-vie du  $^{36}\text{Cl}$  est de  $301 \times 10^3$  ans. Cette valeur le rend approprié pour dater géologiquement les eaux souterraines sur une durée de soixante mille à un million d'années.

**Données :**

- 1 an =  $3,156 \times 10^7$  s.
- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup>
- Masse molaire atomique du chlore :  $M(\text{Cl}) = 35,5$  g.mol<sup>-1</sup>
- Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,022 \times 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>
- Masse et numéro atomique de quelques particules et noyaux :

Particule ou noyau	Proton	Neutron	Le « chlore 36 »	« Argon 36 »
Masse en $10^{-27}$ kg	1,67262	1,67492	59,71128	xxxxxxxxxxxx
Numéro atomique Z	1	0	17	18

- 5.1.** Définir le terme « isotopes ». **(0,25 pt)**
- 5.2.** Donner le symbole complet du noyau de « chlore 36 » et sa composition. **(0,5 pt)**
- 5.3.** Qu'appelle-t-on l'énergie de liaison  $E_L$  d'un noyau ? Calculer, en MeV, l'énergie de liaison  $E_L$  d'un noyau de « chlore 36 ». **(0,75 pt)**
- 5.4.** Le texte évoque la réaction de désintégration d'un noyau de « chlore 36 ». Écrire l'équation de cette réaction, en indiquant le type de radioactivité mise en jeu et les lois utilisées. **(0,5 pt)**
- 5.5.** Donner la définition du temps de « demi-vie »  $t_{1/2}$  d'un noyau. Etablir la relation entre le temps de demi-vie  $t_{1/2}$  et la constante radioactive  $\lambda$ . Calculer la constante radioactive de l'isotope de « chlore 36 ». **(0,75 pt)**
- 5.6.** Une bouteille contient un volume  $V = 1,5$  L d'eau minérale. Sa teneur en ions chlorure est indiquée sur l'étiquette et vaut  $C_m = 13,5$  mg.L<sup>-1</sup>.
- 5.6.1.** Déterminer la quantité de matière d'ions chlorure contenue dans l'eau de cette bouteille. **(0,25 pt)**
- 5.6.2.** On suppose que le rapport du nombre de noyaux de « chlore 36 » au nombre total de noyaux de chlore présents dans cette eau minérale est celui donné dans l'énoncé. Calculer le nombre  $N$  de noyaux de « chlore 36 » présents dans cette bouteille. **(0,5 pt)**
- 5.6.3.** Montrer que la relation entre l'activité  $A$  d'un échantillon et le nombre moyen de noyaux  $N$  présent dans cet échantillon, à une date  $t$  donnée est :  $A = \lambda.N$ . En déduire la valeur de l'activité en « chlore 36 » de l'eau que contient cette bouteille pour  $C_m = 13,5$  mg.L<sup>-1</sup>. **(0,25 pt)**
- 5.6.4.** En déduire la valeur du nombre de désintégrations de noyaux de « chlore 36 » par jour. **(0,25 pt)**
- 5.7.** L'étude des isotopes radioactifs apporte des informations concernant la durée du transit souterrain d'une eau c'est-à-dire l'âge de la nappe phréatique. Les ions chlorure  $\text{Cl}^-$  sont presque toujours présents dans les eaux minérales naturelles et ne sont que rarement impliqués dans les interactions eaux - rochers. Dans les eaux de surface, le « chlore 36 » est renouvelé et la teneur en « chlore 36 » peut être supposée constante, ce qui n'est pas le cas dans les eaux souterraines des nappes phréatiques. Le « chlore 36 », de demi vie  $3,01 \times 10^5$  ans, est donc un traceur particulièrement à l'étude des eaux souterraines. Pour dater des eaux, on peut utiliser le « carbone 14 », de demi-vie  $5,73 \times 10^3$  ans, présent dans les ions carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  dissous par exemple.
- 5.7.1.** Entre le « carbone 14 » et le « chlore 36 », l'un est adapté pour la datation d'une eau souterraine ancienne et l'autre à une eau souterraine plus récente. Attribuer à chaque isotope le type d'eau pour lequel il est adapté en justifiant la réponse. **(0,5 pt)**
- 5.7.2.** On considère un échantillon, de volume  $V$  donné, d'eau issue d'une nappe phréatique.

On note :

- $N_0$  le nombre moyen de noyaux de « chlore 36 » présents dans cet échantillon à l'instant de date  $t_0 = 0$  s de la constitution de la nappe.
- $N(t)$  le nombre moyen de noyaux de « chlore 36 » dans l'eau extraite aujourd'hui de cette nappe et donc non renouvelée en « chlore 36 ».

On admet que  $N_0$  est égal au nombre moyen de noyaux de « chlore 36 » présents dans un échantillon de même volume  $V$  d'eau de surface.

Trouver l'âge d'une nappe phréatique dont l'eau non renouvelée ne contient plus que 38 % du nombre de noyaux de « chlore 36 » trouvée dans les eaux de surface. **(0,5 pt)**

**FIN DE L'ÉPREUVE !**