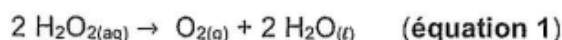


1. Session 2023 – Jour1 – Asie Pacifique

EXERCICE II – CONTRÔLE DE L'ORDRE D'UNE REACTION (4,5 points)

Le peroxyde d'hydrogène a pour formule chimique H_2O_2 . Une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène est appelée communément « eau oxygénée » et est utilisée comme désinfectant et détachant. En solution aqueuse, le peroxyde d'hydrogène peut se décomposer en eau et en dioxygène.

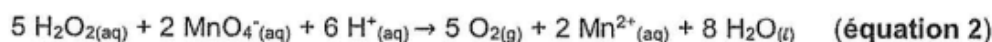
L'équation de la réaction de cette décomposition, appelée aussi dismutation, s'écrit :



L'objectif de cet exercice est de vérifier que la dismutation du peroxyde d'hydrogène suit une loi de vitesse d'ordre 1.

Pour suivre l'évolution temporelle de la concentration en H_2O_2 en présence d'ions Fe^{3+} , on réalise le dosage par titrage, à différentes dates t , d'un échantillon du milieu réactionnel par des ions permanganate MnO_4^- d'une solution de permanganate de potassium acidifiée. Chaque dosage par titrage permet de déterminer la concentration $[\text{H}_2\text{O}_2]$ en peroxyde d'hydrogène restant à la date t .

L'équation de réaction support du dosage est :



La seule espèce chimique colorée est l'ion permanganate, MnO_4^- , rose-violet en solution aqueuse. L'équivalence est donc repérée par un changement de couleur du mélange réactionnel.

Protocole de suivi cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée

On dispose :

- d'une solution S_0 d'eau oxygénée de concentration en peroxyde d'hydrogène $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ inconnue ;
- d'une solution de chlorure de fer (III) (Fe^{3+} , 3Cl^-) de concentration $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- d'une solution S_P de permanganate de potassium (K^+ , MnO_4^-) dont la concentration est $C_P = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- d'une solution d'acide sulfurique.

Préparation du dispositif de dosage par titrage

- Remplir la burette graduée de la solution S_P de permanganate de potassium (K^+ , MnO_4^-).
- Préparer sept erlenmeyers contenant chacun 40 mL d'eau distillée glacée et 10 mL de solution d'acide sulfurique.
- Placer ces sept erlenmeyers dans un cristallisoir contenant un mélange d'eau et de glace.

Préparation du mélange réactionnel

- Dans un erlenmeyer de 150 mL, verser 95,0 mL de la solution S_0 d'eau oxygénée.
- Introduire un barreau aimanté. Placer l'ensemble sur agitateur. Mettre en route l'agitation.
- Verser rapidement 5 mL de solution de chlorure de fer(III) (Fe^{3+} , 3Cl^-) et déclencher immédiatement le chronomètre.

Dosage : détermination de la concentration en H₂O₂ à différentes dates t

- Le plus rapidement possible, prélever un volume $V_R = 10,0$ mL du milieu réactionnel.
- Verser rapidement ce prélèvement dans l'un des sept erlenmeyers.
- Introduire un barreau aimanté et doser par titrage le peroxyde d'hydrogène présent dans le volume V_R à cette date t par la solution de permanganate S_P .
- Noter V_E le volume équivalent alors versé.
- Procéder de la même façon aux dates 4 min, 6 min, 8 min, 12 min, 20 min, 30 min, 40 min et 80 min.

Résultats expérimentaux

t (min)	1,75	4	6	8	12	20	30	40	80
V_E (mL)	16,0	15,0	13,8	12,9	11,4	8,6	5,9	4,2	1,2
$[H_2O_2]$ (mmol·L ⁻¹)	80,0	75,0	69,0	64,5		43,0	29,5	21,0	6,0

3. Indiquer le changement de couleur observé à l'équivalence (**équation 2**).

4. À partir de l'équation de la réaction support du dosage, **équation 2**, et de la définition de l'équivalence, établir que la concentration en quantité de matière du peroxyde d'hydrogène est donnée par la relation suivante :

$$[H_2O_2] = \frac{5 \times C_P \times V_E}{2 \times V_R}$$

5. Calculer la valeur de $[H_2O_2]$ manquante à la date $t = 12$ min dans le tableau des résultats expérimentaux.

2. Session 2023 – Jour1 – Centres Étrangers**Partie B - Dosage par titrage conductimétrique des ions nitrate dans l'eau étudiée**

Une autre méthode de dosage consiste à faire réagir les ions nitrate, NO_3^- , en milieu acide, avec une quantité connue d'ions Fe^{2+} . Cette quantité notée $n(Fe^{2+})_{totale}$ est largement suffisante pour consommer tous les ions nitrate : c'est l'étape 1.

On titre ensuite les ions Fe^{2+} en excès (qui n'ont pas réagi précédemment) à l'aide d'un dosage par titrage conductimétrique : c'est l'étape 2.

Données

- Masses molaires :
 $M(NO_3^-) = 62,0$ g·mol⁻¹ ; $M(Fe^{2+}) = 55,8$ g·mol⁻¹ ; $M(Cr_2O_7^{2-}) = 216$ g·mol⁻¹
- Protocole du titrage :

ÉTAPE 1 : on prélève un volume $V = 250,0 \pm 0,2$ mL de l'eau étudiée dans la **partie A**. On fait réagir ce volume avec une solution acidifiée contenant $n(Fe^{2+})_{totale} = 4,0 \times 10^{-3}$ mol d'ions Fe^{2+} .

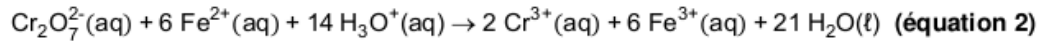
L'équation de la réaction est la suivante :



On note $n(Fe^{2+})_{excès}$ la quantité de matière en ions Fe^{2+} encore présente à l'état final de la réaction d'**équation 1**.

ÉTAPE 2 : la quantité de matière $n(\text{Fe}^{2+})_{\text{excès}}$ est déterminée à l'aide d'un titrage par les ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ d'une solution aqueuse de dichromate de potassium pour laquelle $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = C = 5,0 \times 10^{-2} \pm 0,2 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

L'équation de la réaction support de ce titrage s'écrit :



La courbe du titrage obtenue est présentée dans la **figure 2** ci-dessous.

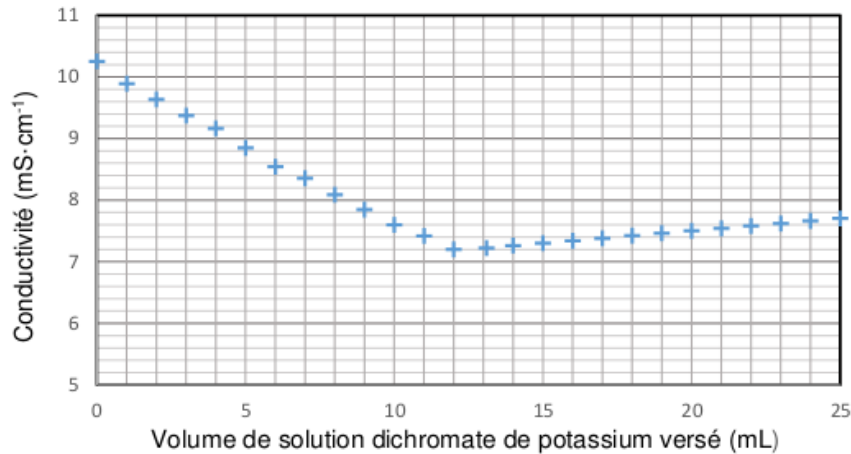


Figure 2. Courbe de titrage conductimétrique de l'eau analysée

4. Identifier le réactif titré et le réactif titrant lors du titrage de l'ÉTAPE 2.
5. À partir de l'exploitation de la **figure 2**, montrer que la quantité de matière des ions Fe^{2+} qui ont été versés en excès $n(\text{Fe}^{2+})_{\text{excès}}$ vaut environ 3,6 mmol.

La quantité d'ions nitrate recherchée $n(\text{NO}_3^-)$ peut être calculée à partir de la quantité d'ions Fe^{2+} initialement introduite lors de l'ÉTAPE 1, $n(\text{Fe}^{2+})_{\text{totale}}$, et à partir de la quantité d'ions Fe^{2+} titrée lors du titrage $n(\text{Fe}^{2+})_{\text{excès}}$ en utilisant la relation suivante :

$$n(\text{NO}_3^-) = \frac{1}{3} [n(\text{Fe}^{2+})_{\text{totale}} - n(\text{Fe}^{2+})_{\text{excès}}]$$

6. Justifier cette relation.
7. Calculer la quantité d'ion nitrate $n(\text{NO}_3^-)$ présente dans l'échantillon d'eau. En déduire que la concentration en masse en ion nitrate t_2 vaut environ 33 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

L'incertitude-type $u(t_2)$ sur la valeur de la concentration t_2 de nitrates déterminée avec le titrage est donnée par la relation :

$$u(t_2) = t_2 \times \sqrt{\left(\frac{u(C)}{C}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$$

avec :

- $u(V_E) = 0,5 \text{ mL}$, incertitude-type sur la valeur du volume V_E de solution titrante versée à l'équivalence.
- $u(V)$, incertitude-type sur la valeur du volume de solution titrée V .
- $u(C)$, incertitude-type sur la valeur de la concentration en quantité de matière $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = C$ en ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

8. Calculer l'incertitude-type $u(t_2)$ de la teneur en ions nitrate puis donner un encadrement de la concentration en masse t_2 obtenue avec cette méthode de titrage.

Le dosage par titrage.

Karl Friedrich Mohr est l'inventeur de la technique du dosage par titrage qui met en jeu une transformation chimique afin de déterminer la quantité de matière d'une espèce chimique en solution. Il a conçu l'outil essentiel de cette technique : la burette graduée fermée en son extrémité inférieure par un robinet ou par une « pince de Mohr » (figure 3).



Figure 3. Burette de Mohr dans un dispositif historique de dosage par titrage.

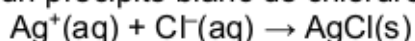
On dispose de deux solutions pour réaliser un dosage par titrage :

- Solution S_1 de chlorure de potassium ($K^+(aq)$; $Cl^-(aq)$) de concentration en quantité de matière en ions chlorure c_1 et de volume $V_1 = 200,0$ mL.
- Solution S_2 de nitrate d'argent ($Ag^+(aq)$; $NO_3^-(aq)$) de concentration en quantité de matière $c_2 = 0,080$ mol·L⁻¹.

On souhaite connaître la concentration c_1 en quantité de matière en ions chlorure.

Q12. Parmi les solutions S_1 et S_2 , identifier la solution titrée et la solution titrante. Puis indiquer quelle solution doit être placée dans la burette.

La solution S_2 de nitrate d'argent est versée lentement. La réaction support du titrage est une réaction qui produit un précipité blanc de chlorure d'argent :



Dans le cas d'un dosage par titrage des ions chlorure, Mohr a montré que l'équivalence pouvait être repérée en présence de chromate de potassium par l'apparition d'un précipité rouge brique. On nomme cette technique de dosage par titrage particulière la « méthode de Mohr ».

Le précipité rouge apparaît pour un volume V_{2E} de solution S_2 versé de valeur égale à 7,5 mL.

Q13. Définir l'équivalence d'un dosage par titrage puis, en exposant votre raisonnement, calculer la valeur de la concentration en quantité de matière en ions chlorure c_1 .

Il est possible aussi de déterminer la concentration en quantité de matière des ions chlorure c_1 par un dosage par titrage conductimétrique. Si l'on mesure la conductivité du mélange réactionnel durant la transformation chimique, on obtient la courbe de la figure 4.

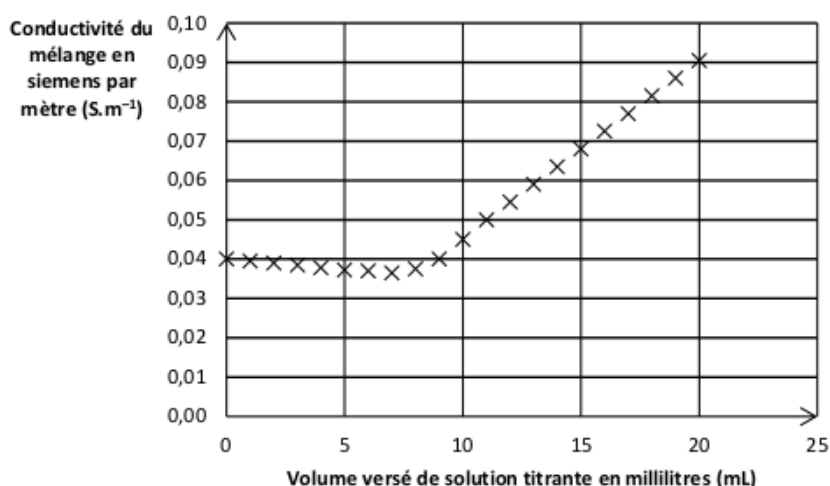


Figure 4. Courbe de dosage par titrage conductimétrique.

Q14. Expliquer comment cette courbe permet d'obtenir le volume V_{2E} de solution titrante versée à l'équivalence du dosage par titrage.

Données :

- Conductivité σ d'une solution ionique (loi de Kohlrausch) : $\sigma = \sum_i \lambda_i \times [\text{ion}]_i$;
- Conductivités molaires ioniques λ_i en $\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ à 25°C :

K^+	Cl^-	Ag^+	NO_3^-
7,3	7,6	6,2	7,1

Q15. À l'aide des données, justifier sans calcul l'allure de la courbe de la figure 4.

4. Session 2023 – Jour1 – Liban

EXERCICE 2 : UN ASSOUPLEISSANT « FAIT MAISON » (5 POINTS)

Les produits ménagers commerciaux sont une source importante de déchets qu'on cherche à réduire.

Dans cet exercice, on s'intéresse à la fabrication d'un assouplissant « fait maison » à partir de vinaigre commercial et de bicarbonate de soude.

A. Vinaigre commercial

Un vinaigre commercial à 8 % est une solution aqueuse d'acide éthanóïque de formule CH_3COOH contenant 8 g d'acide éthanóïque pour 100 g de solution. Pour vérifier la valeur de ce pourcentage, appelé pourcentage massique, on réalise un dosage par titrage à l'aide d'un suivi pH-métrique. La solution commerciale est diluée 10 fois. On obtient une solution notée S dont on prélève 10,0 mL que l'on titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration C_B égale à $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Données :

- masse volumique à $T = 20^\circ\text{C}$ du vinaigre commercial : $\rho = 1,01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$;
- couple acide éthanóïque / ion éthanóate : $pK_A (\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) / \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})) = 4,8$ à 25°C ;
- couple eau / ion hydroxyde : $\text{H}_2\text{O}(\ell) / \text{HO}^-(\text{aq})$;
- masses molaires atomiques :

$$M_H = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} ; M_C = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} ; M_O = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

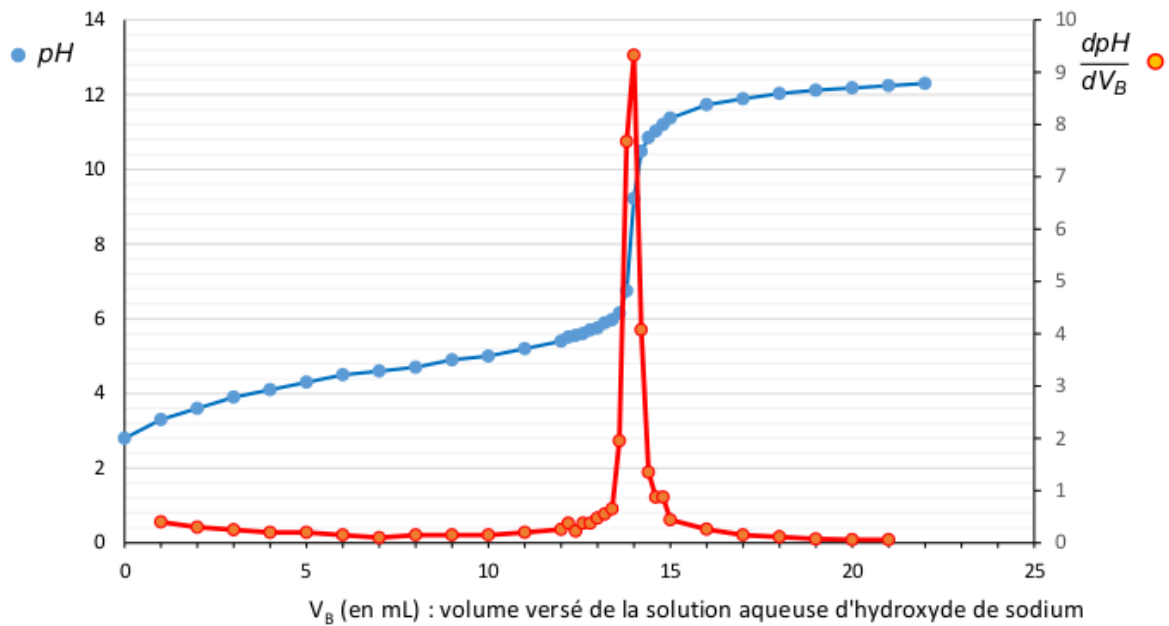


Figure 1. courbe de suivi pH-métrique du titrage de la solution S

- Q.1.** Indiquer la verrerie nécessaire pour préparer 50,0 mL de solution S par dilution du vinaigre commercial.
- Q.2.** Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'ion hydroxyde et l'acide éthanoïque.
- Q.3.** À l'aide de la figure 1, montrer que la concentration C_{com} en quantité de matière d'acide éthanoïque apportée dans le vinaigre commercial est égale à $1,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Q.4.** En déduire le pourcentage massique en acide éthanoïque obtenu expérimentalement et le comparer à la valeur annoncée par le fabricant, sachant que l'incertitude-type du titrage sur le pourcentage massique vaut $u(\%) = 0,2 \%$.

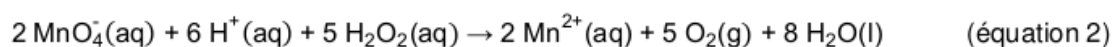
EXERCICE 3 : STOCKAGE DANGEREUX DU PEROXYDE D'HYDROGÈNE (4 POINTS)

Les solutions aqueuses de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (ou eau oxygénée) sont très utilisées dans différents domaines industriels comme agent de blanchiment ou comme désinfectant.

B. Étude de la vitesse de décomposition du peroxyde d'hydrogène

Un laboratoire spécialisé dans les risques chimiques réalise une étude sur la vitesse de décomposition de solutions aqueuses diluées de peroxyde d'hydrogène en présence d'ions fer (III) Fe^{3+} .

Pour suivre l'évolution temporelle de la concentration en peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , la quantité de matière de H_2O_2 restante à différentes dates est déterminée à partir de titrages colorimétriques successifs par les ions permanganate $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ présents dans une solution de permanganate de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq})$). La réaction d'oxydoréduction support de titrage a pour équation :



L'étude est réalisée à partir d'une solution S de peroxyde d'hydrogène de concentration en soluté apporté C_S .

Dans un premier temps, la concentration avant décomposition C_S est déterminée grâce à un titrage par les ions permanganate selon le protocole expérimental suivant.

Protocole de titrage de H_2O_2 par MnO_4^- :

- Verser un volume de 10 mL de solution S dans un bécher de 100 mL.
- Ajouter un volume de 10 mL de solution d'acide sulfurique à $2,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Titrer par une solution de permanganate de potassium de concentration $C = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ en ions permanganate. L'équivalence est marquée par un brusque changement de couleur après avoir ajouté un volume $V_E = 8,0 \text{ mL}$ de solution titrante.

Q.3. Expliquer l'intérêt de l'ajout d'acide sulfurique à la solution S.

Q.4. Légender le schéma du montage de titrage donné sur la figure 1 en **annexe page 13**.

Q.5. En exploitant l'équation 2, déterminer la concentration C_S de la solution S.

EXERCICE 3 – Partie B

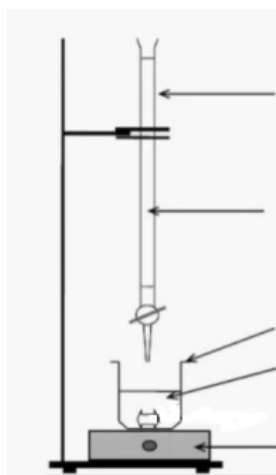


Figure 1. schéma du montage de titrage

5. Session 2023 – Jour2 – Asie Pacifique

EXERCICE 1 - L'IMPORTANCE DE LA VITAMINE C (9 points)

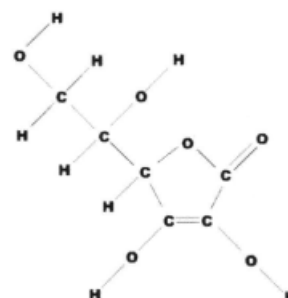
L'acide ascorbique, communément appelé vitamine C, est un antioxydant présent dans de nombreux fruits et légumes.

La vitamine C est parfois utilisée dans des cosmétiques pour ses propriétés antioxydantes. Elle est aussi prescrite en complément alimentaire car elle joue un rôle important dans le métabolisme de l'être humain. Elle se dégrade à l'air, à la lumière et en présence d'oxydants.

L'objectif de l'exercice est d'étudier la dégradation de la vitamine C laissée à l'air libre dans un comprimé (**partie A**) ou dans un jus de fruit (**partie B**), puis d'examiner sa présence comme antioxydant dans les cosmétiques (**partie C**).

Données

- Formule développée de la molécule de vitamine C ou acide ascorbique, voir ci-contre.
- L'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ est un diacide possédant deux couples acido-basiques notés $\text{AH}_2 / \text{AH}^-$ et $\text{AH}^- / \text{A}^{2-}$ dont les $\text{p}K_A$ respectifs sont : $\text{p}K_{A1} = 4,1$ et $\text{p}K_{A2} = 11,8$.
- Masse molaire de l'acide ascorbique : $M = 176,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.



- Conductivités molaires ioniques λ° à 25 °C :

source :
Wikipédia

ions	λ° en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$
Na^+	5,01
HO^-	19,9
AH^-	3,42

- On rappelle que la conductivité σ d'une solution se calcule à partir de la loi de Kohlrausch :

$$\sigma = \sum_j \lambda_j^\circ \times [X_j]$$

où X_j désigne une espèce chimique ionique et λ_j° la conductivité molaire ionique de cette espèce.

- Concentration standard : $c^\circ = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Partie A - Dégradation de la vitamine C dans un comprimé

La vitamine C est commercialisée sous forme de comprimés à croquer. Ces comprimés sont conditionnés dans des tubes hermétiques et sous emballage protecteur. Cet emballage indique que chaque comprimé contient 250 mg d'acide ascorbique.

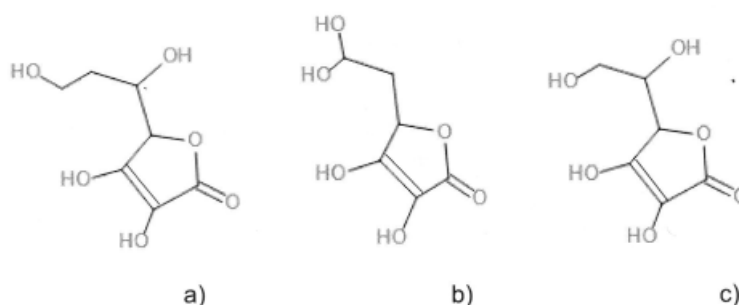
Un comprimé de vitamine C a été laissé plusieurs jours à l'air libre. La vitamine C qu'il contient a réagi avec le dioxygène de l'air.

On souhaite déterminer la masse d'acide ascorbique restant dans le comprimé à l'aide d'un titrage avec suivi conductimétrique d'une réaction acido-basique.

Une solution aqueuse SA est préparée par dissolution complète d'un comprimé de vitamine C dans l'eau. Le volume de la solution SA est $V = 200,0 \text{ mL}$.

L'acide ascorbique et ses couples acide-base

1. Parmi les trois propositions ci-dessous, indiquer celle qui correspond à la formule topologique de la vitamine C.



Préparation de la solution titrante

Au laboratoire, on dispose d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_0 = 0,200 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et de la verrerie suivante :

- fioles jaugées de 20,0 mL, 25,0 mL, 50,0 mL, 100,0 mL, 200,0 mL, 250,0 mL, 500,0 mL, 1 000 mL ;
- pipettes jaugées de 1,0 mL, 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL.

2. Déterminer le volume V_0 de solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_0 à prélever afin d'obtenir un volume $V_B = 200,0 \text{ mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

3. Préciser la verrerie nécessaire pour mesurer V_0 et V_B .

Titration de la solution S_A

On prélève un volume $V_A = 20,0$ mL de la solution aqueuse S_A que l'on titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (Na^+ , HO^-) de concentration $C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Les couples acide-base mis en jeu sont AH_2/AH^- pour l'acide ascorbique et $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$.

Le titrage acido-basique des 20,0 mL de solution S_A par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ est réalisé. La conductivité de la solution est relevée en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé. La courbe de titrage est tracée **figure 1** ci-après.

4. Écrire l'équation de la réaction support du titrage avec les notations simplifiées AH_2 , AH^- et justifier qu'il s'agit d'une transformation acide-base au sens de Brønsted.

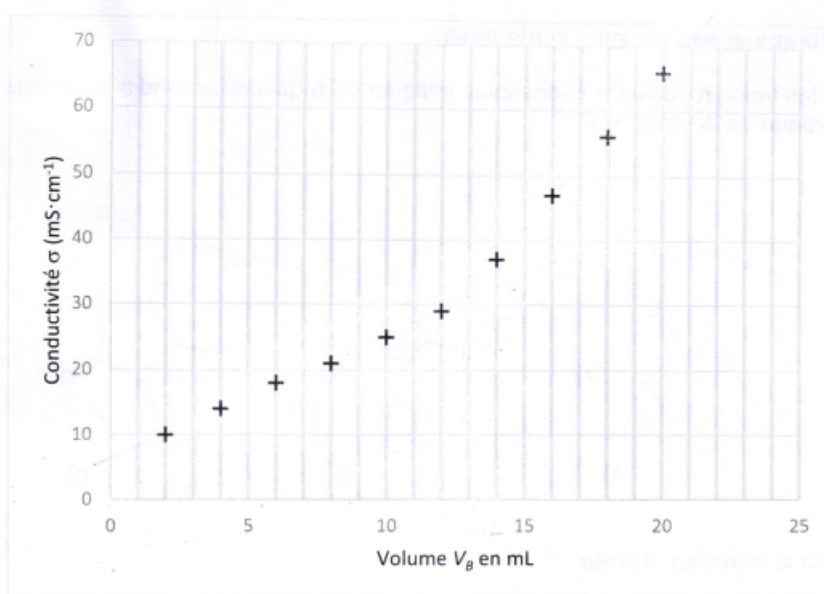


Figure 1 - Conductivité de la solution en fonction du volume de solution d'hydroxyde versé

5. Justifier le changement de pente observé sur le graphique, en s'appuyant sur les conductivités molaires ioniques.
6. Déterminer le volume V_{BE} à l'équivalence.
7. En déduire la valeur de la masse m de vitamine C dans le comprimé resté à l'air libre et vérifier que cette valeur est comprise entre 190 mg et 230 mg.
8. Justifier, à partir de l'information fournie par l'emballage au sujet de chaque comprimé, qu'une réaction de la vitamine C a bien eu lieu.

6. Session 2023 – Jour1 – La Réunion

EXERCICE I - L'EAU DE BOISSON DES POULES (9 points)

Dans un élevage, l'eau de boisson des poules doit être constamment traitée. Elle doit être désinfectée tout au long de la chaîne de distribution, par exemple avec du peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , aussi appelé eau oxygénée.

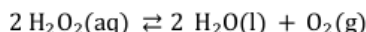
Afin d'éviter le développement d'une flore intestinale pathogène et de servir de vermifuge, le pH de l'eau doit être constamment maintenu entre 5,5 et 6,5.

Données :

- Masse molaire du peroxyde d'hydrogène : $M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Couples d'oxydoréduction mis en jeu :
 - $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- $O_2(g) / H_2O_2(aq)$
- $MnO_4^-(aq) / Mn^{2+}(aq)$

- Réaction de dismutation du peroxyde d'hydrogène :



C'est une réaction spontanée mais lente à température ambiante, voire très lente à la température d'un réfrigérateur.

Le récipient contenant le peroxyde d'hydrogène doit être conservé à l'abri de la lumière afin de ne pas accélérer la réaction de dismutation.

- Valeurs de pK_A à 25 °C du couple acide-base associé :
 - au peroxyde d'hydrogène : $H_2O_2(aq) / HO_2^-(aq)$ $pK_A = 11,7$;
 - à l'acide acétique : $C_2H_4O_2(aq) / C_2H_3O_2^-(aq)$ $pK_A = 4,8$.
- Valeur de la concentration standard $C^\circ = 1,0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

PARTIE A : Le traitement de l'eau de boisson d'un élevage industriel de poules

L'oxydosane est un décontaminant et acidifiant des eaux de boisson pour animaux. Il est notamment utilisé dans les élevages de poules pondeuses.

C'est une solution composée notamment de peroxyde d'hydrogène. La concentration en masse en peroxyde d'hydrogène dans celle-ci est de $248 \text{ g} \cdot L^{-1}$.

Mode d'emploi (d'après le fabricant GEOSANE) :

Norme 1 : Pour la désinfection et l'acidification (présence de poules dans l'élevage)

- Incorporer OXYDOSANE à raison de 100 mL à 200 mL pour un total de 1000 L d'eau.
- Dose à adapter en fonction du *pH* souhaité et de la désinfection nécessaire.

Norme 2 : Durant le vide sanitaire (absence de poules dans l'élevage)

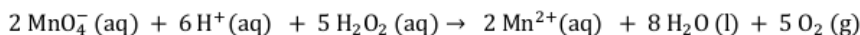
- Incorporer OXYDOSANE à raison de 2,00 L pour un total de 100 L d'eau.
- Temps de contact : au minimum 1 h.
- Faire suivre d'un long rinçage.

A. Décontamination de l'eau en fin de chaîne des abreuvoirs

Afin de vérifier que l'eau de boisson de l'élevage est toujours désinfectée en fin de chaîne, l'éleveur prélève $V_1 = 20,00 \pm 0,05 \text{ mL}$ de cette eau et décide de déterminer sa concentration c_1 en quantité de matière de peroxyde d'oxygène H_2O_2 .

Pour cela, il procède au titrage du peroxyde d'oxygène présent dans le volume V_1 prélevé, par une solution de permanganate de potassium ($K^+(aq), MnO_4^-(aq)$) acidifiée de concentration en quantité de matière d'ions permanganate égale à $[MnO_4^-]_i = c_0 = (1,00 \pm 0,04) \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

L'équation de la réaction support du titrage est la suivante :



Lors de ce titrage colorimétrique, le volume obtenu à l'équivalence est de $V_{eq} = (6,60 \pm 0,05) \text{ mL}$.

L'incertitude type $u(c_1)$ sur la concentration c_1 se calcule à l'aide de la formule :

$$u(c_1) = c_1 \sqrt{\left(\frac{u(V_{eq})}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_1)}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{u(c_0)}{c_0}\right)^2}$$

Couleur des espèces chimiques en solution :

Ion permanganate MnO_4^-	Ion hydrogène H^+	Peroxyde d'oxygène H_2O_2	Ion manganèse Mn^{2+}
violette	incolore	incolore	incolore

A.1 Faire la liste du matériel nécessaire pour réaliser le titrage.

A.2 Écrire les demi-équations électroniques mises en jeu lors du titrage permettant de retrouver l'équation de la réaction d'oxydo-réduction support du titrage.

A.3 Définir l'équivalence du titrage et indiquer comment la repérer expérimentalement.

A.4 Déterminer la valeur de la concentration c_1 et de son incertitude type associée $u(c_1)$.

A.5 Indiquer quelle norme, 1 ou 2, l'éleveur a suivi.

Le fabricant préconise de placer le bidon d'OXYDOSANE, une fois ouvert, dans un endroit sombre et frais. Il peut ainsi être conservé pendant un mois. Passé ce délai, la désinfection n'est plus garantie.

A.6 Justifier le mode de conservation.