

ENONCE DESTINE A L'ELEVE

NOM :

Prénom :

Ce sujet comporte 3 feuilles individuelles sur lesquelles l'élève doit consigner ses réponses. L'élève doit restituer ce document avant de sortir de la salle de TP. L'élève doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve. En cas de difficulté et afin de lui permettre de continuer la tâche, l'élève peut solliciter le professeur. Le professeur peut intervenir à tout moment s'il le juge utile. L'usage de la calculatrice est autorisé.

CORRECTION

CONTEXTE DU SUJET

Les canalisations d'éviers, baignoires, lavabos, toilettes (WC) sont souvent bouchées par un amas de cheveux, de restes alimentaires le tout aggloméré avec du savon. Les déboucheurs chimiques sont agressifs et dangereux. Ils sont souvent formulés à base de soude caustique, substances dangereuses à utiliser. Les fabricants sont tenus d'indiquer le pourcentage de soude.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DE L'ELEVEDocument 1 : Etiquette du fabricant

Soude caustique à 8% en masse

Masse volumique de la solution de déboucheur :
1,22 g.mL⁻¹

Document 2 : soude caustique

La solution obtenue par dissolution des cristaux d'hydroxyde de sodium NaOH est appelée soude caustique. $M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g.mol}^{-1}$

L'hydroxyde de sodium est une base forte :
 $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^- : \text{pK}_a = 14$

Document 3 : Agent titrant

La solution titrante est de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) à la concentration $C_A = (2,00 \pm 0,02) \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
L'acide chlorhydrique est un acide fort. $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O} \quad \text{pK}_a = 0$

Document 4 : données de titrage

L'équation de la réaction support du titrage entre l'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{HO}^- (\text{aq})$) et l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$) s'écrit : $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{e})}$

Loi de Kohlrausch : $\sigma = \sum_i \lambda_i c_i$

où σ est la conductivité de la solution, λ_i la conductivité molaire ionique de l'espèce ionique considérée et c_i la concentration molaire de cette même espèce.

$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 34,98 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{HO}^-) = 19,9 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{Na}^+) = 5,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,6 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

Document 5 : liste du matériel disponible

- Eprouvette 100 mL
- Burette graduée et son support
- Agitateur magnétique et barreau aimanté
- Pipettes jaugées de 10,0 mL
- Pipettes graduée de 10,0 mL
- Propipette
- Pot de yaourt faisant office de pot « poubelle »
- Bécher de 50,0 mL (x 2) + un de 250mL
- Conductimètre
- Un flacon contenant la solution de destop diluée 100 fois
- Un flacon contenant la solution d'acide chlorhydrique de concentration $c_A = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- ordinateur

TRAVAIL A EFFECTUER :

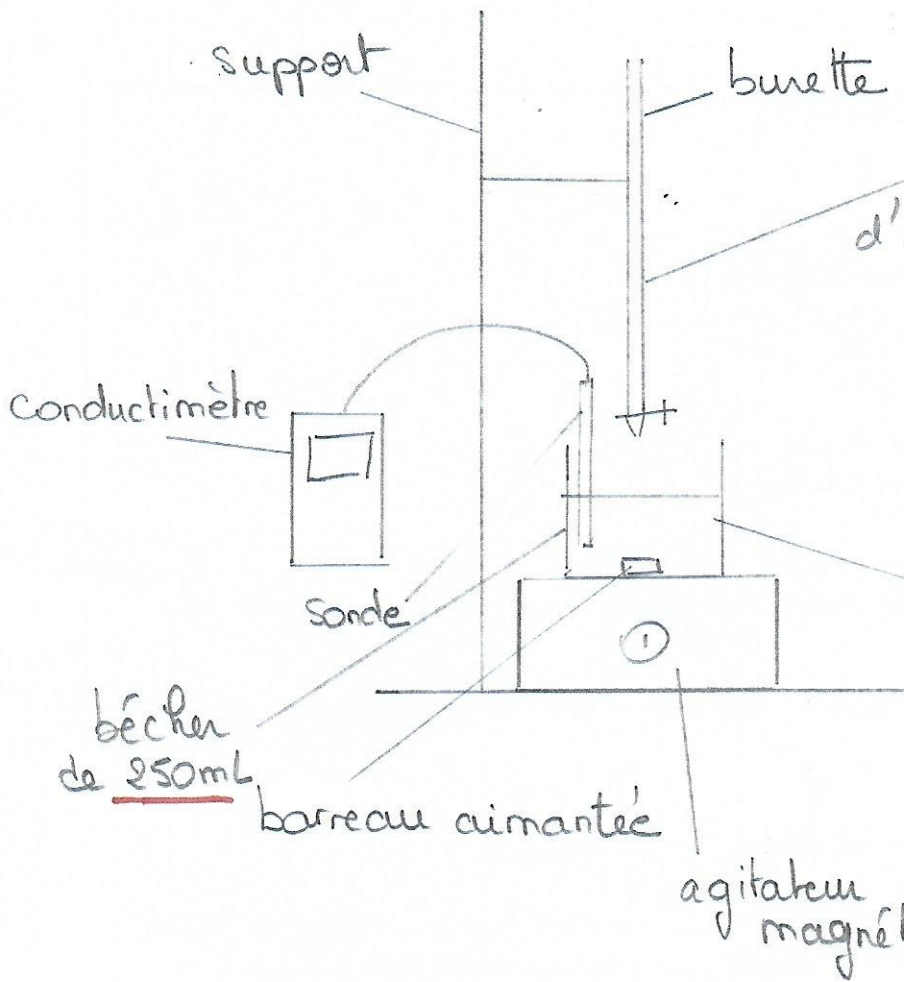
1. Elaboration d'un protocole (15 min conseillées).

Proposer les différentes étapes d'un protocole permettant de déterminer la concentration molaire de la soude caustique dans la solution commerciale à partir du matériel et des produits mis à disposition. Le raisonnement doit être explicité. La réponse doit comporter un schéma.

- * effectuer un titrage conductimétrique de 10 mL de destop dilués 100 fois par de l'acide chlorhydrique
... voir schéma pour le montage ...
- * verser mL par mL le réactif titrant : l'acide chlorhydrique et relever les valeurs de la conductivité pour chaque mL versé
- * A l'aide de regressi en trace la courbe (en même temps) $T = f(V)$, en trace les deux droites qui vont nous permettre de déterminer le volume équivalent
- * A partir de ce volume en détermine la concentration de la solution commerciale diluée 100 fois puis de la solution commerciale

APPEL n°1

Appeler le professeur pour lui présenter le protocole
ou en cas de difficulté



Réactif titrant: solution
d'acide chlorhydrique



$$\left| \begin{array}{l} C_A = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \\ V_{eq} = \end{array} \right.$$

Réactif titré:

Destop diluée 100 fois



$$\left| \begin{array}{l} C_B = ? \end{array} \right.$$

$$V_B = 10,0 \text{ mL}$$

↳ pipette
jaugée

+ eau distillée
pour négliger la
dilution.

Schéma légendé de l'expérience

voir page précédente

APPEL n°1	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté
-----------	---

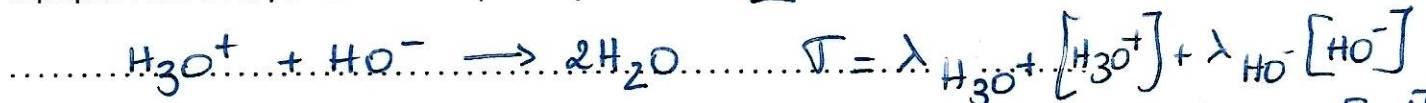
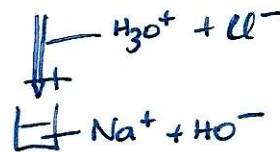
2. Mise en œuvre du protocole proposé

Mettre en œuvre le protocole proposé.

APPEL n°2	Appeler le professeur pour lui présenter le montage
-----------	---

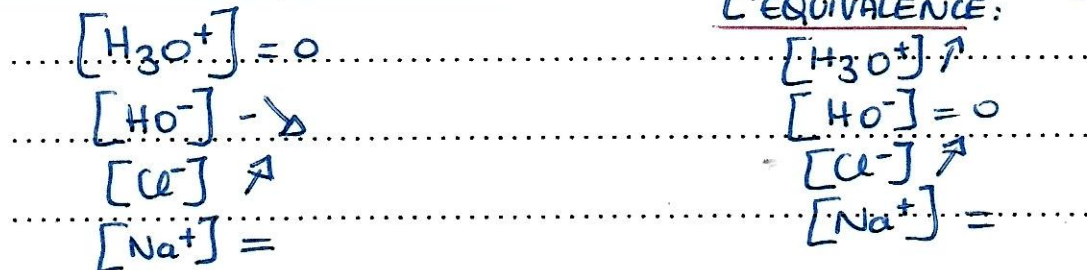
3. Explication de la courbe obtenue

Expliquer l'allure des pentes avant et après l'équivalence.



Dans le bécher AVANT L'ÉQUIVALENCE

A.P.R.S. L'ÉQUIVALENCE:



$$\sigma = \lambda_{HO^-} [HO^-] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-] + \lambda_{Na^+} [Na^+]$$

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-] + \lambda_{Na^+} [Na^+]$$

or $\lambda_{HO^-} > \lambda_{Cl^-}$ donc $\sigma \searrow$ la pente est négative

$\sigma \nearrow$ donc la pente est positive

4. Exploitation des résultats obtenus

Faire les calculs permettant de déterminer la concentration molaire C_0 de la soude caustique dans la solution commerciale.

..... $V_{eq} = 12,0 \text{ mL}$ A l'équivalence les réactifs sont introduits en quantités stoechiométriques... donc

$$\frac{n_A}{1} = \frac{n_B}{1} \quad \text{soit} \quad C_A \times V_{eq} = C_B \times V_B \quad 3/4$$

$$C_B = \frac{C_A \times V_{eq}}{V_B} = \frac{3,0 \times 10^{-2} \times 12,0 \times 10^{-3}}{10,0 \times 10^{-3}}$$

$$C_B = \underline{2,4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}} \text{ pour la solution diluée 100 fois}$$

Donc pour la solution commerciale :

$$C_0 = \underline{100 \times 2,4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}}$$

$$\underline{C_0 = 2,4 \text{ mol/L}}$$

5. Incertitudes.

Calculer l'incertitude $u(C_0)$ sur la concentration molaire C_0 de la soude caustique dans la solution commerciale sachant que :

$$u(C_B) = C_B \times \sqrt{\left(\frac{u(C_A)}{C_A}\right)^2 + \left(\frac{u(V_B)}{V_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{eq})}{V_{eq}}\right)^2} \text{ et } \frac{u(C_B)}{C_B} = \frac{u(C_0)}{C_0}$$

Dans les conditions de l'expérience, l'incertitude-type sur V_{eq} (volume à l'équivalence) sera considérée égale à 0,5 mL.

Écrire le résultat de la mesure de la concentration expérimentale C_0 de la solution commerciale assortie de son incertitude (sous la forme $C = \pm$). Conclure sur la véracité de l'indication portée par le fabricant (utiliser le calcul du zscore).

$$u(C_B) = 2,4 \times 10^{-2} \times \sqrt{\left(\frac{0,02}{2,00}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{10,0}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{12,0}\right)^2}$$

$$u(C_B) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$u(C_0) = \frac{C_0 \times u(C_B)}{C_B} = 100 \times u(C_B) = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$\underline{C_0 = (2,4 \pm 0,1) \text{ mol/L}}$$

L'étiquette dit 8% en max. Calculons la concentration correspondante pour effectuer le zscore ^{4/4}

$$P_m = \frac{C \times M}{\rho} \times 100$$

$$C = \frac{P_m \times \rho}{M \times 100} = \frac{8 \times 1,22 \times 10^3}{40,0 \times 100}$$

$$\begin{array}{c} \xrightarrow{\times 1} \\ \frac{g}{mL} \xrightarrow{\quad} g \\ \xrightarrow{\times 10^{-3}} \quad \quad \quad L \end{array} = \frac{1}{10^{-3}} = 10^3$$

$$\underline{C = 2,44 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

$$z_{\text{score}} = \left| \frac{C - C_0}{u(C_0)} \right| = \left| \frac{2,44 - 2,4}{0,1} \right| = 0,4 < 2$$

la valeur mesurée est bien compatible avec la valeur de référence.