Etude d'un traitement contre les verrues

Bac 2023 Polynésie Septembre · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 42 min**

Q1 Calculer la masse m d'acide trichloroacétique à peser pour préparer la solution S_0.

Données utiles $V = 100{,}0$ mL ; titre massique $w = 40{,}0\ \%$; $\rho = 1{,}50 \times 10^3\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

Masse du volume V de solution : $m_{S_0} = \rho V$.

L'acide représente 40,0 % de cette masse : $m = w\,\rho\,V$.

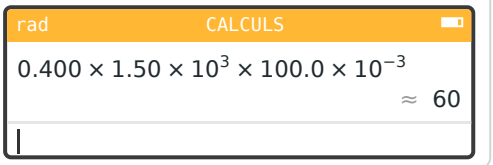
$$m = 0{,}400 \times 1{,}50 \times 10^3 \times 100{,}0 \times 10^{-3}$$

$m = 60{,}0$ g

PIÈGE
Laisser V en millilitres alors que ρ est en grammes par litre : on trouverait une masse mille fois trop grande.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme w et ρ, les données les moins précises : on écrit 60,0 g et non 60 g.

À LA CALCULATRICE



Q2 Vérifier que la concentration en quantité de matière c_0 de la solution S_0 est égale à $3{,}67\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Données utiles $m = 60{,}0$ g (Q1) ; $M = 163{,}5\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $V = 100{,}0$ mL

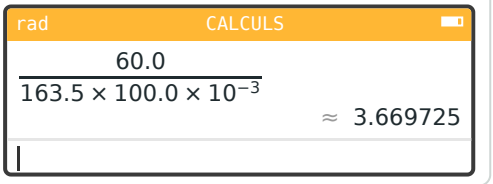
$c_0 = \dfrac{n}{V}$ avec $n = \dfrac{m}{M}$, donc $c_0 = \dfrac{m}{M\,V}$.

$$c_0 = \frac{60{,}0}{163{,}5 \times 100{,}0 \times 10^{-3}} = 3{,}67\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$c_0 = 3{,}67\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$: c'est la valeur attendue.

MÉTHODE
Sans passer par la masse : $c_0 = \dfrac{w\,\rho}{M}$. Le volume préparé n'intervient pas, la concentration ne dépend que de la composition de la solution.

À LA CALCULATRICE



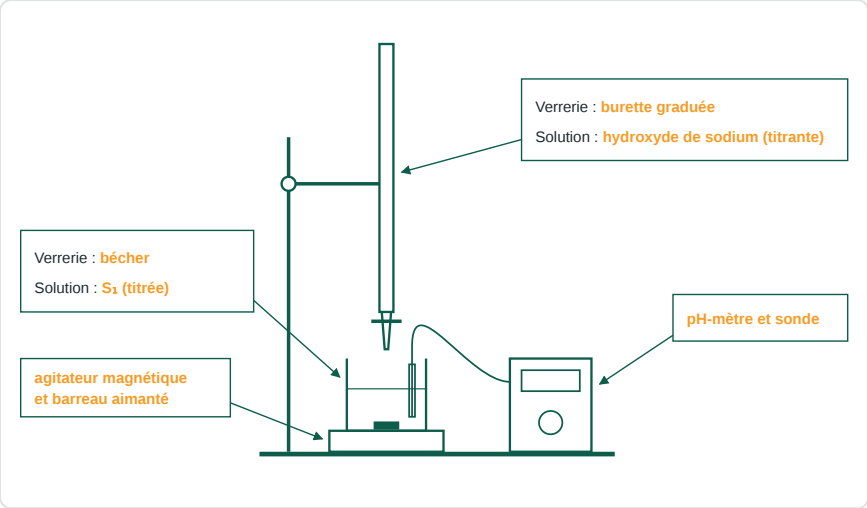
Q3 Annoter, sur le document réponse, le schéma du dispositif utilisé pour le dosage pH-métrique.

Voir le document réponse complété ci-dessous.

- Burette graduée : solution titrante d'hydroxyde de sodium $(\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}))$, de concentration c_2.
- Bécher : solution titrée S_1 d'acide trichloroacétique, $V_1 = 20{,}0$ mL.
- Sous le bécher : agitateur magnétique (et son barreau aimanté).
- Boîtier relié à la sonde : pH-mètre.

Titrante dans la burette (hydroxyde de sodium), titrée dans le bécher (S_1).

PIÈGE
Intervertir les deux solutions. La solution de concentration connue est dans la burette ; celle que l'on cherche à doser, prélevée avec précision (V_1), est dans le bécher.



Q3 · Document réponse complété : dispositif de titrage pH-métrique

Q4 À l'aide de la figure 1, déterminer le volume V_{2E} de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. Nommer la méthode utilisée.

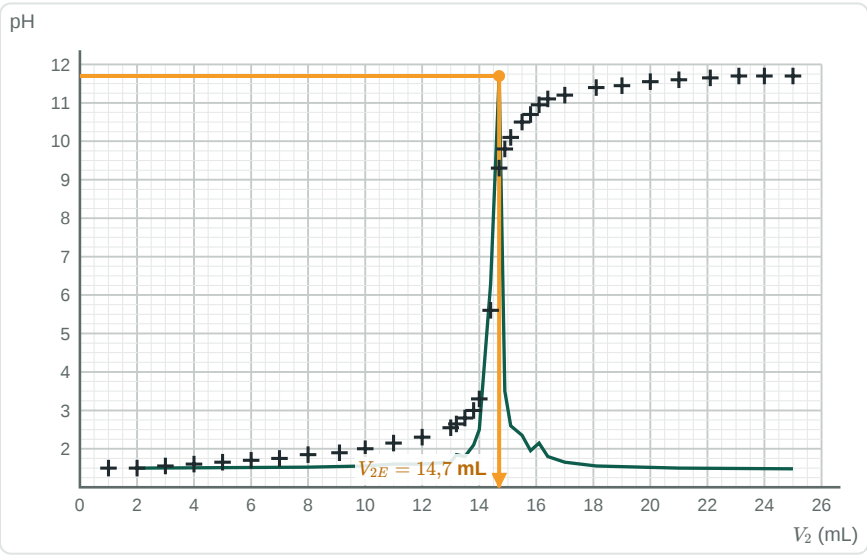
Méthode de la courbe dérivée : l'équivalence correspond au volume pour lequel $\frac{\mathrm{d\,pH}}{\mathrm{d}V_2}$ est maximale, c'est-à-dire à l'abscisse du sommet du pic.

Le pic est situé entre 14 mL et 15 mL, à sept dixièmes de la graduation 14.

$V_{2E} = 14{,}7\ \mathrm{mL}$ (méthode de la courbe dérivée)

PIÈGE
Lire l'ordonnée du sommet au lieu de son abscisse. La hauteur du pic n'a aucune signification ici : seule sa position sur l'axe des volumes compte.

COMPRENDRE
Le pic correspond au saut de pH : c'est là que le pH varie le plus vite. La méthode des tangentes parallèles est aussi acceptée et donne une valeur voisine, proche de 14,5 mL.



Q4 · Figure 1 du sujet : le pic de la courbe dérivée repère l'équivalence

Q5 Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation observée durant le dosage.

L'acide AH cède un ion $\mathrm{H^+}$ à la base $\mathrm{HO^-}$; la réaction support d'un titrage est totale.

$$\mathrm{AH\,(aq) + HO^-\,(aq) \longrightarrow A^-\,(aq) + H_2O\,(l)}$$

PIÈGE
Faire figurer $\mathrm{Na^+}$: c'est un ion spectateur, il n'apparaît pas dans l'équation.

Q6 Déterminer la concentration en quantité de matière c_1 de la solution diluée S_1.

Données utiles $c_2 = 5{,}00 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V_{2E} = 14{,}7$ mL (Q4) ; $V_1 = 20{,}0$ mL

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation (Q5), ici une mole pour une mole :

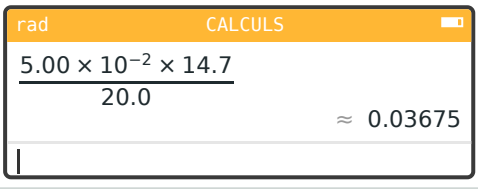
$n(\text{AH})_{\text{initiale}} = n(\text{HO}^-)_{\text{versée}}$, soit $c_1 V_1 = c_2 V_{2E}$, donc $c_1 = \dfrac{c_2 V_{2E}}{V_1}$.

$$c_1 = \frac{5{,}00 \times 10^{-2} \times 14{,}7}{20{,}0} = 3{,}675 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\boxed{c_1 = 3{,}68 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

COMPRENDRE
Les deux volumes peuvent rester en millilitres : seul leur rapport intervient. Le résultat est donné avec trois chiffres significatifs, comme les trois données.

À LA CALCULATRICE



Q7 En déduire la concentration en quantité de matière $c_{0\text{exp}}$ de la solution S_0.

Données utiles $c_1 = 3{,}68 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Q6) ; dilution au centième

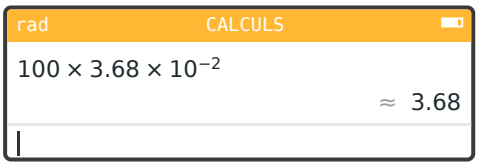
S_1 est obtenue en diluant S_0 au centième : S_0 est cent fois plus concentrée que S_1.

$$c_{0\text{exp}} = 100 \times c_1 = 100 \times 3{,}68 \times 10^{-2}$$

$$\boxed{c_{0\text{exp}} = 3{,}68\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

PIÈGE
Diviser par 100 au lieu de multiplier. La solution mère est toujours la plus concentrée : on doit retrouver une valeur proche de celle de Q2.

À LA CALCULATRICE



Q8 Vérifier la compatibilité de la valeur $c_{0\text{exp}}$ obtenue par le dosage avec la valeur de référence c_0 de la question Q2.

Données utiles $c_{0\text{exp}} = 3{,}68\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Q7) ; $c_0 = 3{,}67\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Q2) ; $u(c_{0\text{exp}}) = 4 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

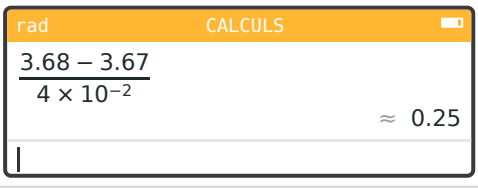
On calcule le quotient donné par l'énoncé :

$$\frac{|c_{0\text{exp}} - c_0|}{u(c_{0\text{exp}})} = \frac{|3{,}68 - 3{,}67|}{4 \times 10^{-2}} = 0{,}25$$

$0{,}25 \leqslant 2$: la valeur expérimentale est compatible avec la valeur de référence.

COMPRENDRE
L'écart entre les deux valeurs ($0{,}01\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) est quatre fois plus petit que l'incertitude-type. Avec les valeurs non arrondies, le quotient vaut environ 0,13 : la conclusion est la même.

À LA CALCULATRICE



Q9 À partir de la figure 2, choisir l'indicateur coloré le plus pertinent pour le dosage de l'acide trichloroacétique. Justifier.

Données utiles zones de virage : bleu de thymol 1,2 à 2,8 ; rouge de phénol 6,0 à 8,0 ; thymolphtaléine 9,3 à 10,5

Un indicateur convient si sa zone de virage contient le pH à l'équivalence pH_E.

Sur la figure 1, le saut de pH, autour de $V_{2E} = 14{,}7$ mL, fait passer le pH d'environ 3,5 à environ 10 ; son milieu donne $\mathrm{pH}_E \approx 7$.

Cette valeur appartient à l'intervalle 6,0 à 8,0 et à aucun des deux autres.

Le rouge de phénol est le plus pertinent : sa zone de virage (6,0 à 8,0) contient $\mathrm{pH}_E \approx 7$.

PIÈGE

Choisir d'après le $\mathrm{p}K_a$ du couple dosé, ou sans lire pH_E sur la courbe. Le critère porte sur la zone de virage et le pH à l'équivalence.

COMPRENDRE

À l'équivalence, la solution passe du jaune au rouge à la goutte près. Le bleu de thymol virerait bien avant l'équivalence, dès les premiers millilitres versés.