Préparation du chlorure de tertiobutyle

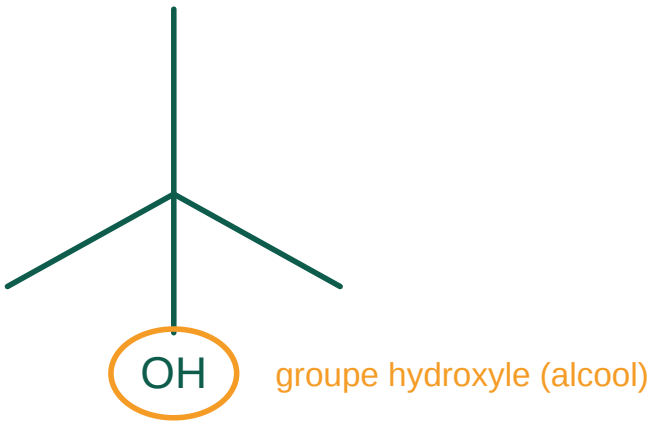
Bac 2023 Centres étrangers 2 Jour 2 · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 42 min**

Q.1 Représenter la formule topologique du tertiobutanol. Entourer le groupe caractéristique et nommer la famille fonctionnelle correspondante.

Le tertiobutanol (2-méthylpropan-2-ol) a une chaîne de trois carbones ; le carbone central porte un groupe méthyle et le groupe $-\mathrm{OH}$ (voir la figure).

Groupe caractéristique entouré : le groupe **hydroxyle** $-\mathrm{OH}$; famille fonctionnelle : **alcool**.

PIÈGE
En formule topologique, on n'écrit ni les C ni les H portés par les carbones. Le H du groupe $-\mathrm{OH}$, lui, s'écrit toujours.



Q.1 · Formule topologique du tertiobutanol, groupe caractéristique entouré

Q.2 Présenter la démarche à mettre en œuvre pour préparer la solution S ($V = 250{,}0$ mL, $C = 2{,}4\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) à partir de l'acide commercial, en indiquant la verrerie choisie dans la liste.

Données utiles acide commercial : $w = 37\ \%$, $d = 1{,}19$; $M = 36{,}5\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\rho_{\text{eau}} = 1{,}00\times10^{3}\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

Concentration C_0 de l'acide commercial. Un litre de solution a une masse $d\,\rho_{\text{eau}}\times 1\ \text{L}$ et contient une masse $w\,d\,\rho_{\text{eau}}\times 1\ \text{L}$ de HCl, donc :

$$C_0 = \frac{w\,d\,\rho_{\text{eau}}}{M} = \frac{0{,}37\times1{,}19\times1{,}00\times10^{3}}{36{,}5} = 12\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Volume V_0 à prélever. La dilution conserve la quantité de soluté : $C_0\,V_0 = C\,V$.

$$V_0 = \frac{C\,V}{C_0} = \frac{2{,}4\times250{,}0}{12} = 50\ \text{mL}$$

Protocole (gants, lunettes, sous la hotte) :

- verser un peu d'acide commercial dans un bécher de 100 mL ;
- en prélever 50,0 mL avec la pipette jaugée de 50,0 mL munie d'une propipette ;
- les introduire dans la fiole jaugée de 250,0 mL contenant déjà un peu d'eau distillée ;
- ajouter de l'eau distillée aux trois quarts, boucher, agiter ;
- compléter jusqu'au trait de jauge, boucher, homogénéiser.

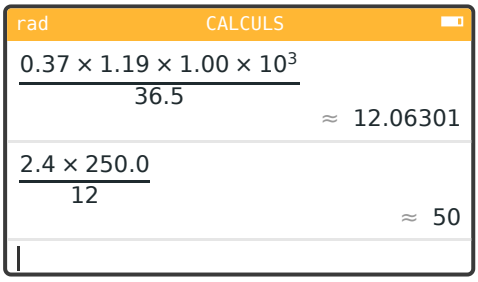
$C_0 = 12\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; on prélève $V_0 = 50$ mL (pipette jaugée de 50,0 mL) que l'on dilue dans une fiole jaugée de 250,0 mL.

PIÈGE
Une éprouvette graduée ou un bécher ne sont pas assez précis pour une dilution. Le prélèvement se fait à la pipette jaugée, jamais directement dans le flacon.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme w et C. Avec $C_0 = 12{,}06\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ non arrondie, on trouve $V_0 = 49{,}7$ mL, qui s'arrondit aussi à 50 mL : la pipette de 50,0 mL convient.

MÉTHODE
Concentration d'une solution commerciale : raisonner sur 1 L. Masse du litre : $d\,\rho_{\text{eau}}$; masse de soluté : fraction w de cette masse ; quantité : division par M.

À LA CALCULATRICE



Q.3 Écrire l'équation de la réaction acide-base qui modélise la transformation ayant lieu dans l'ampoule à décanter (étape 2) et préciser le nom du gaz formé.

Données utiles couples $\text{CO}_2,\text{H}_2\text{O}\,(\text{aq})$ / $\text{HCO}_3^-\,(\text{aq})$ et $\text{H}_3\text{O}^+\,(\text{aq})$ / $\text{H}_2\text{O}\,(\text{l})$

Le lavage élimine les ions oxonium : l'acide H_3O^+ cède un ion H^+ à la base HCO_3^-.

$$\text{HCO}_3^-\,(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+\,(\text{aq}) \longrightarrow \text{CO}_2\,(\text{g}) + 2\,\text{H}_2\text{O}\,(\text{l})$$

Le gaz formé est le **dioxyde de carbone** CO_2.

COMPRENDRE
L'ion HCO_3^- est une espèce amphotère : face à l'acide H_3O^+, il joue le rôle de base, son acide conjugué est $\text{CO}_2,\text{H}_2\text{O}$. C'est ce dégagement gazeux qui impose de dégazer l'ampoule.

Q.4 Parmi les montages A, B et C, indiquer celui utilisé pour purifier le chlorure de tertiobutyle par distillation.

Une distillation demande un ballon chauffé, une colonne surmontée d'un thermomètre, un réfrigérant incliné et un récipient pour recueillir le distillat.

C'est le **montage C**.

COMPRENDRE
Le montage A est un chauffage à reflux : les vapeurs condensées retombent dans le ballon, rien n'est séparé. Le montage B est une simple agitation magnétique dans un bain.

Q.5 Attribuer chaque spectre IR de la figure 1 au tertiobutanol ou au chlorure de tertiobutyle, en explicitant le raisonnement.

Données utiles table IR : O–H alcool lié, 3200 – 3400 cm^{-1}, bande forte et large ; C–H alcane, 2800 – 3000 cm^{-1}, bande forte

Les deux molécules possèdent des liaisons C–H d'alcane (bande vers 2800 – 3000 cm^{-1} sur les deux spectres). Seul le tertiobutanol possède une liaison O–H.

Le spectre 2 présente une bande forte et large entre 3200 et 3400 cm^{-1}, caractéristique de la liaison O–H d'un alcool lié. Le spectre 1 n'a aucune bande dans cette zone.

Spectre 2 : tertiobutanol ; **spectre 1 : chlorure de tertiobutyle**.

MÉTHODE
Pour attribuer des spectres IR, chercher la liaison présente dans une seule des molécules, puis repérer sa bande dans la table : position, intensité et largeur.

Q.6 On recueille une masse $m = 4{,}45$ g de chlorure de tertiobutyle. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse.

Données utiles $m_A = 5{,}00$ g ; $M(\text{tertiobutanol}) = 74{,}0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{chlorure}) = 92{,}5\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; acide S : $V = 100$ mL, $C = 2{,}4\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Réactif limitant. Tertiobutanol : $n_A = \dfrac{m_A}{M_A} = \dfrac{5{,}00}{74{,}0} = 6{,}76\times10^{-2}$ mol.

Ions oxonium : $n(\text{H}_3\text{O}^+) = C\,V = 2{,}4\times0{,}100 = 0{,}24$ mol. Les nombres stœchiométriques valent 1 et $n_A < n(\text{H}_3\text{O}^+)$: le tertiobutanol est le réactif limitant, l'acide est bien en excès.

Masse maximale de produit. Une mole d'alcool donne une mole de chlorure de tertiobutyle : $n_{\max} = n_A$.

$$m_{\max} = n_A \times M(\text{chlorure}) = 6{,}76\times10^{-2}\times92{,}5 = 6{,}25\ \text{g}$$

Rendement.

$$\eta = \frac{m}{m_{\max}} = \frac{4{,}45}{6{,}25} = 0{,}712$$

$\eta = 0{,}712$, soit un rendement de 71,2 %.

PIÈGE
Diviser 4,45 g par 5,00 g : les deux masses ne concernent pas la même espèce. Le rendement compare la masse obtenue à la masse maximale de produit, calculée avec la masse molaire du produit.

COMPRENDRE
Le rendement est inférieur à 100 % : la transformation n'est pas totale (double flèche dans l'équation) et du produit est perdu lors des lavages, de la filtration et de la distillation.

À LA CALCULATRICE

