Vitamine C

Bac S 2018 Métropole (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 40 min**

1.1.1 Le passage du D-glucose au D-sorbitol correspond-il à une modification de chaîne ou de groupe caractéristique ?

Dans le D-glucose, le carbone du bas de la chaîne appartient à un groupe carbonyle $C{=}O$ (fonction aldéhyde). Dans le D-sorbitol, ce même carbone porte un groupe hydroxyle $-OH$.

L'enchaînement des six atomes de carbone est resté le même.

C'est une modification de **groupe caractéristique** : un carbonyle devient un hydroxyle.

PIÈGE
Répondre sans nommer les deux groupes. La justification attendue cite le groupe de départ, le groupe d'arrivée, et précise que la chaîne carbonée est conservée.

1.1.2 Donner le nom de la catégorie de réaction. Justifier.

Deux réactifs, le D-glucose et le dihydrogène, donnent un produit unique : tous leurs atomes se retrouvent dans le D-sorbitol. Les deux atomes d'hydrogène se fixent sur la double liaison $C{=}O$, qui devient une liaison simple $C{-}O$.

C'est une réaction d'**addition**.

MÉTHODE
Compter les espèces de chaque côté de la flèche. Deux réactifs, un produit : addition. Un réactif, deux produits : élimination. Deux réactifs, deux produits avec remplacement d'un atome ou d'un groupe : substitution.

1.2.1 Écrire la formule brute du composé (E).

Dans la formule topologique, chaque sommet ou extrémité de trait est un atome de carbone : il y en a 6.

Hydrogène : 1 (groupe $COOH$) + 4 (groupes OH) + 3 (un par carbone CH) + 2 (carbone CH_2) = 10.

Oxygène : 2 ($COOH$) + 1 ($C{=}O$) + 4 (OH) = 7.

$C_6H_{10}O_7$

PIÈGE
Oublier les atomes d'hydrogène portés par les carbones : ils ne sont pas dessinés. Chaque carbone doit faire quatre liaisons ; on complète avec des H.

1.2.2 Identifier l'espèce chimique Y et la nommer.

Données utiles (E) : $C_6H_{10}O_7$ (1.2.1) ; acide ascorbique : $C_6H_8O_6$

Étape 3 : $C_6H_{10}O_7 \longrightarrow C_6H_8O_6 + Y$.

Conservation des éléments : Y contient $6-6=0$ atome de carbone, $10-8=2$ atomes d'hydrogène et $7-6=1$ atome d'oxygène.

Y a pour formule H_2O : c'est l'**eau**.

COMPRENDRE
Le groupe carboxyle de (E) réagit avec un groupe hydroxyle de la même molécule : il se forme un ester cyclique et de l'eau, comme lors d'une estérification.

1.3 Attribuer les spectres infrarouge A et B au D-sorbitol et à l'acide ascorbique. Justifier.

Données utiles $O-H$ alcool : 3200 – 3700 cm^{-1}, bande forte et large ; $C=O$: 1650 – 1740 cm^{-1}, bande forte

Les deux molécules possèdent des groupes hydroxyle : la bande large au-delà de 3200 cm^{-1} figure sur les deux spectres et ne les départage pas.

L'acide ascorbique possède en plus une liaison $C=O$, absente du D-sorbitol. Elle doit donner une bande forte entre 1650 et 1740 cm^{-1}.

Le spectre B présente une bande forte et fine vers 1700 cm^{-1}. Le spectre A n'absorbe pas entre 1600 et 2000 cm^{-1}.

Spectre A : **D-sorbitol** ; spectre B : **acide ascorbique**.

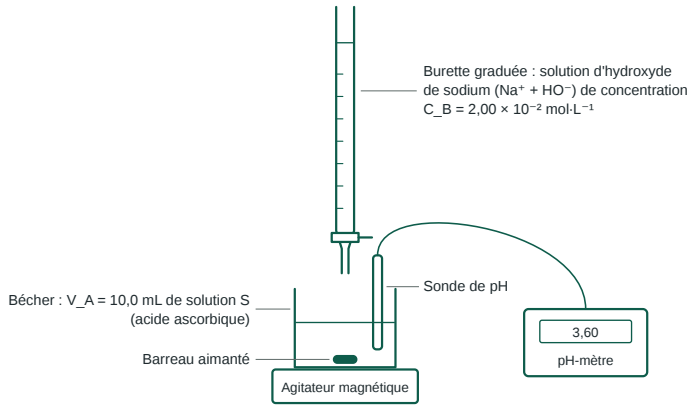
MÉTHODE
Chercher d'abord la liaison présente dans une seule des deux molécules, puis vérifier la présence ou l'absence de sa bande sur chaque spectre. Le nombre d'onde croît vers la gauche.

2.1 Réaliser un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour réaliser le titrage.

Le schéma comporte la burette graduée avec la solution titrante, le bécher avec la solution titrée, l'agitateur magnétique et son barreau aimanté, le pH-mètre et sa sonde plongée dans la solution.

Solution titrante (burette) : hydroxyde de sodium ; solution titrée (bécher) : 10,0 mL de solution S.

PIÈGE
Légende incomplète : il faut le nom de la verrerie et celui de la solution qu'elle contient. Inverser solution titrante et solution titrée coûte les points.



2.1 · Montage du titrage suivi par pH-métrie

2.2 Justifier que la réaction support de titrage est une réaction acido-basique.

L'acide ascorbique $C_6H_8O_6$ perd un ion H^+ et devient l'ion ascorbate $C_6H_7O_6^-$: c'est l'acide du couple $C_6H_8O_6$ / $C_6H_7O_6^-$.

L'ion hydroxyde HO^- gagne cet ion H^+ et devient H_2O : c'est la base du couple H_2O / HO^-.

Un ion H^+ est transféré de l'acide d'un couple vers la base d'un autre couple : la réaction est **acido-basique**.

2.3 Déterminer la concentration molaire en acide ascorbique de la solution S.

Données utiles $V_A = 10{,}0$ mL ; $C_B = 2{,}00 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; courbe de la figure 1

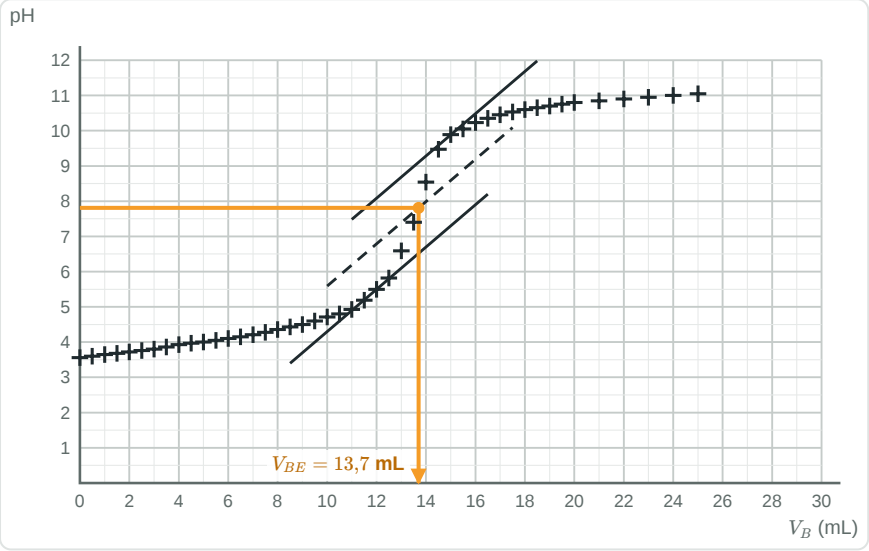
Volume à l'équivalence, par la méthode des tangentes parallèles sur la figure 1 : $V_{BE} = 13{,}7$ mL.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation du titrage (1 pour 1) :

$$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)_{\text{initial}} = n(\text{HO}^-)_{\text{versé}} \quad \text{soit} \quad C_A\,V_A = C_B\,V_{BE}$$

$$C_A = \frac{C_B\,V_{BE}}{V_A} = \frac{2{,}00 \times 10^{-2} \times 13{,}7}{10{,}0}$$

$$C_A = 2{,}74 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



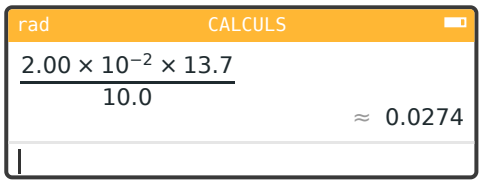
2.3 · Figure 1 du sujet : méthode des tangentes parallèles

PIÈGE
Les deux volumes restent en mL car leur rapport est sans unité. Convertir un seul des deux en litre fausse le résultat d'un facteur 1000.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme C_B, V_A et V_{BE}. Les points sont espacés de 0,5 mL dans le saut : une lecture de V_{BE} entre 13,5 et 14,0 mL est recevable.

MÉTHODE
Tracer deux tangentes parallèles de part et d'autre du saut, puis la parallèle équidistante des deux. Son intersection avec la courbe donne le point d'équivalence ; on lit son abscisse.

À LA CALCULATRICE



2.4 En déduire la masse m de vitamine C contenue dans le comprimé. Comparer à l'indication du fabricant. Proposer deux sources d'erreurs possibles, liées à la mise en œuvre du titrage.

Données utiles $C_A = 2{,}74 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2.3) ; $V_S = 100{,}0\ \text{mL}$; $M = 176\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; indication : 500 mg

Le comprimé entier est dissous dans les $V_S = 100{,}0$ mL de solution S :

$$m = n\,M = C_A\,V_S\,M = 2{,}74 \times 10^{-2} \times 100{,}0 \times 10^{-3} \times 176 = 0{,}482\ \text{g}$$

Comparaison : $\dfrac{500 - 482}{500} = 3{,}6\ \%$. La masse trouvée est inférieure de 18 mg à l'indication, soit un écart relatif inférieur à 4 %.

Deux sources d'erreurs possibles :

- le repérage de l'équivalence : V_{BE} est lu sur une construction graphique ;
- la préparation de la solution S : dissolution incomplète du comprimé ou perte de solide, trait de jauge mal ajusté.

$m = 0{,}482\ \text{g} = 482\ \text{mg}$, proche des 500 mg annoncés (écart de 3,6 %).

PIÈGE

Utiliser le volume de la prise d'essai (10,0 mL) au lieu de 100,0 mL : on obtient la masse contenue dans le bécher, dix fois trop petite.

COMPRENDRE

Une erreur de 0,2 mL sur V_{BE} déplace m de 7 mg. On peut aussi citer le prélèvement des 10,0 mL à la pipette jaugée ou la concentration réelle de la solution d'hydroxyde de sodium.

À LA CALCULATRICE

