



Teneur en vitamine C d'un jus d'orange

Mots clés*Dosage indirect*

L'objectif est de déterminer la concentration en vitamine C, de formule brute $C_6H_8O_6$, contenue dans un jus d'oranges pressées.

Document 5 : tableau donnant la masse de quelques constituants pour 100 mL de jus d'orange

Eau	85 g
Glucides	12 g
Acide citrique	1,5 g
Calcium	66 mg
Potassium	180 mg
Vitamine C	À déterminer

L'acide ascorbique est un acide faible noté $AH(aq)$, sa base conjuguée est l'ion ascorbate noté $A^-(aq)$.

On envisage un titrage acido-basique de l'acide ascorbique par une solution titrante d'hydroxyde de sodium.

On donne les couples acido-basiques suivants : $HA_{(aq)} / A^-(aq)$; $H_2O_{(l)} / HO^-(aq)$

- 1) Établir l'équation de la réaction entre l'acide ascorbique et les ions hydroxyde.
- 2) Exprimer le quotient de réaction Q_r à l'équilibre en fonction des concentrations à l'équilibre des réactifs et des produits de la réaction.
- 3) À 25 °C, le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$ et la constante d'acidité du couple $HA_{(aq)} / A^-(aq)$ est $K_{a1} = 10^{-4,1}$

Donner les expressions de la constante d'acidité K_{a1} et du produit ionique de l'eau K_e , puis montrer que

$$K = \frac{K_{a1}}{K_e}$$

- 4) Calculer la valeur de la constante d'équilibre K à 25 °C. En déduire que cette réaction peut servir de support à un titrage acido-basique.

Donnée : on pourra considérer qu'une transformation chimique est totale quand $K \gg 10^3$.

- 5) En s'appuyant sur le document 5, expliquer pourquoi cette méthode n'est toutefois pas utilisable pour déterminer la teneur en acide ascorbique d'un jus d'orange.

- 6) Finalement, il a été décidé de doser la vitamine C par un titrage indirect. Il s'agit d'un titrage dans lequel une solution de diiode est introduite en excès. La quantité de matière restante de diiode sera déterminée par les ions thiosulfate. L'utilisation d'un indicateur coloré permet de repérer l'équivalence.

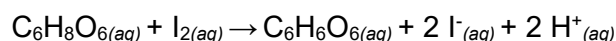
L'empois d'amidon est incolore en l'absence de diiode I_2 et donne une coloration bleue intense en présence de diiode I_2 . Les autres espèces chimiques intervenant dans le titrage sont incolores.

Document 6 : protocole de titrage

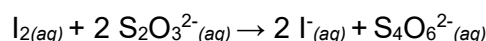
- Prélever $V_{\text{jus}} = 10,0$ mL de jus d'orange filtré et l'introduire dans un bécher.
- Introduire un volume $V_1 = 10,0$ mL de solution de diiode I_2 de concentration en quantité de matière $C_1 = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Laisser sous agitation pendant 10 min.
- Introduire dans la burette graduée la solution de thiosulfate de sodium ($2 \text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) à la concentration en quantité de matière $C_2 = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Placer le bécher sous la burette graduée et sous agitation.
- Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon dans le mélange réactionnel.
- Verser goutte à goutte la solution de thiosulfate de sodium.
- Continuer de verser la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à obtention d'un changement de couleur persistant dans la solution.

Les couples d'oxydo-réduction sont : $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$; $C_6H_6O_6(aq) / C_6H_8O_6(aq)$; $S_4O_6^{2-}(aq) / S_2O_3^{2-}(aq)$

L'équation 1 modélise l'action du diiode sur l'acide ascorbique :



L'équation 2 est support du titrage :



Les deux transformations sont supposées totales.

6.1. Réaliser un schéma du montage de titrage en indiquant le nom de l'espèce titrante et de l'espèce titrée intervenant dans le titrage indirect.

6.2. Définir l'équivalence d'un titrage. Indiquer le changement de couleur qui permet de la repérer pour ce titrage indirect.

6.3. Donner une estimation de la valeur du volume équivalent V_{EQ} ainsi que de son incertitude type $u(V_{EQ})$ avec 1 chiffre significatif, par l'évaluation de type A.

Document 7 : données expérimentales et évaluation des incertitudes

8 titrages sont réalisés dans les mêmes conditions :

V_{Eq} en mL	6,80	7,40	7,20	6,90	7,05	7,15	6,85	7,20
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Évaluation de type A de l'incertitude-type sur V_{Eq} : $u(V_{Eq}) = \frac{s}{\sqrt{n}}$

avec :

- n nombre de mesures indépendantes
- s l'écart-type expérimental de cette série de mesure : $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

6.4. Déterminer la valeur de la quantité de matière initiale de diiode n_1 introduite dans le bécher.

6.5. Vérifier que la valeur de la quantité de matière de diiode restante n_{restant} vaut $1,77 \times 10^{-5} \text{ mol}$.

6.6. Déterminer alors la valeur de la quantité de matière de diiode $n_{\text{réagit}}$ qui a réagi avec l'acide ascorbique. En déduire la valeur de la quantité de matière d'acide ascorbique n_a contenue dans 10 mL de jus de fruit.

6.7. Les recommandations européennes conseillent un apport quotidien d'environ 80 mg de vitamine C.

Indiquer si la consommation d'un verre de 150 mL de jus d'oranges pressées suffit pour couvrir ses besoins quotidiens en vitamine C.

Donnée : $M_{\text{acide ascorbique}} = 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.