

ÉTUDE D'UNE CINÉTIQUE DU 1ER ORDRE. INVERSION DU SACCHAROSE SUIVIE PAR POLARIMÉTRIE

Définitions

Une substance est dite optiquement active si elle fait tourner le plan de polarisation de la lumière d'un angle α_λ .

D'après la loi de Biot cet angle est donné par l'expression : $\alpha = \alpha_0(\lambda, T) \cdot l \cdot c$ où $\alpha_0(\lambda, T)$ est le pouvoir rotatoire spécifique (en degrés.dm⁻¹.g⁻¹.mL) pour la longueur d'onde λ et la température T.

l est la longueur de la colonne de liquide (en dm)

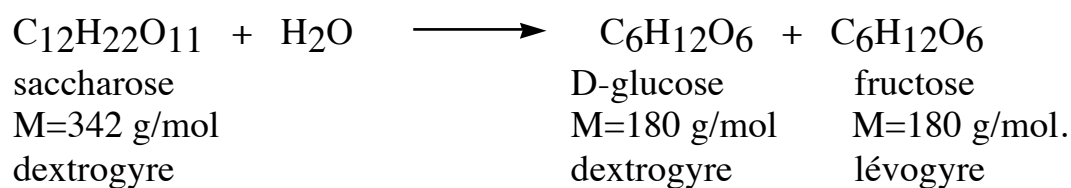
c est la concentration de la solution (en g/mL)

Dans le cas d'une solution contenant plusieurs substances optiquement actives, les pouvoirs rotatoires ont des propriétés additives :

$$\alpha = l \cdot \sum_i \alpha_{0,i} \cdot c_i$$

Application à l'hydrolyse du saccharose

En milieu acide aqueux, le saccharose se transforme lentement en glucose et en fructose selon le bilan :



Rechercher dans le Hand-Book, les pouvoirs rotatoires spécifiques de ces différents composés. Justifier le nom "d'inversion du saccharose" que l'on donne souvent à cette réaction. Que signifie le D de « D-glucose » ?

Cinétique de l'hydrolyse du saccharose

On note a la concentration initiale en saccharose et a-x la concentration en saccharose au temps t.

La réaction s'effectue suivant une cinétique du 1^{er} ordre par rapport au saccharose. On se propose de suivre cette cinétique par polarimétrie, en mesurant l'angle de rotation α d'une solution aqueuse de saccharose au cours du temps.

On note $\alpha(0)$, $\alpha(t)$ et $\alpha(\infty)$ la valeur de cet angle mesuré respectivement à l'instant initial, à un instant t quelconque et au bout d'un temps infini. Établir la relation entre $\alpha(0)$, $\alpha(t)$, $\alpha(\infty)$, t et k , constante de vitesse de la réaction. On montrera en particulier que la relation est identique selon que la solution de départ est partiellement hydrolysée ou non.

Mode opératoire

On dispose d'une solution de saccharose à 300 g.L^{-1} : solution A

1) Détermination de $\alpha(\infty)$

A 25 mL de A, ajouter 10 gouttes de HCl 4M. Compléter à 50 mL avec de l'eau distillée. L'ensemble est alors porté au bain-marie pendant 20 min, dans un récipient muni d'un réfrigérant à reflux. Après refroidissement jusqu'à la température ambiante mesurer $\alpha(\infty)$. Comparer à la valeur attendue. Faire le calcul d'incertitude. Expliquer le principe de cette façon de procéder.

2) Mesure de $\alpha(0)$

Prélever à la pipette 25 mL de A et les diluer deux fois avec de l'eau. Dévisser le capuchon du tube en évitant de laisser tomber la lame de verre. Rincer le tube à l'eau distillée puis avec la solution préparée. Remplir ensuite le tube jusqu'à avoir un ménisque bombé. Poser la lame de verre sur ce ménisque, puis revisser le capuchon : il ne doit pas y avoir de bulle d'air à l'intérieur du tube. Ceci fait, rincer ce dernier à grande eau sous le robinet de manière à éliminer toute trace de sucre à la surface. Pour terminer, sécher soigneusement les faces optiques et le tube.

Mesurer $\alpha(0)$. Comparer à la valeur attendue. Faire le calcul d'incertitude.

3) Mesure de $\alpha(t)$

A 25 mL de la solution A ajouter 25 mL d'acide chlorhydrique 4 M. Déclencher le chronomètre au moment du mélange (environ milieu de l'ajout). Opérer comme précédemment. Noter les valeurs de $\alpha(t)$ toutes les 2 mn.

Exploitation

1) Calculer k

Tracer le graphe convenable dont l'exploitation conduit à la valeur de la constante k. Ne pas oublier de donner l'unité (on utilisera la minute comme unité de temps).

2) Les saccharides

Donner les formules développées du saccharose, du glucose et du fructose. On s'initiera, pour dessiner les formules, à l'utilisation d'un logiciel de dessins moléculaires.

Que signifie le D du D-glucose ?

Donner le mécanisme de la réaction pour 5/2 uniquement).