

TP 8

Utilisation du polarimètre de Laurent

Objectifs :

- Utiliser un Polarimètre de Laurent pour déterminer la concentration d'une solution de saccharose.

I) Polarisation rotatoire

I-1) Corps doués de pouvoir rotatoire :

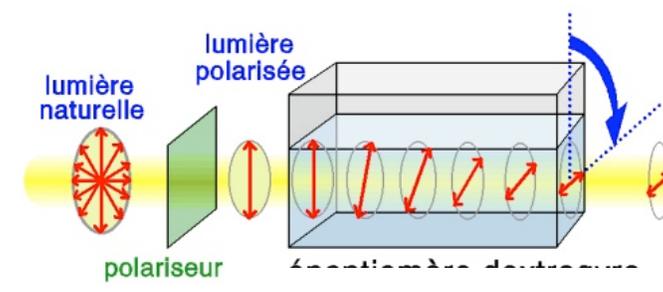
Certains corps solides ou liquides ont la propriété de faire tourner le plan de polarisation de la lumière polarisée : ces substances sont dites actives ou doués de pouvoir rotatoire.

Dans les corps solides (quartz par exemple) c'est l'arrangement des molécules dans le cristal qui est responsable de " l'activité optique " ; dans les corps liquides c'est souvent la présence d'un carbone asymétrique d'où l'existence d'isomères optiques.

Les substances qui font tourner le plan de polarisation vers la droite (sens horaire) sont dites **dextrogyres** ; celles qui font tourner le plan de polarisation vers la gauche sont dites **lévogyres**.

Un mélange en partie égal des deux isomères optiques d'une même substance est dit **racémique**, elle ne possède pas de pouvoir rotatoire puisqu'il y a compensation.

I-2) Loi de Biot pour un corps actif dissout dans un solvant inactif :



L'angle α dont tourne le faisceau de lumière polarisée est proportionnel :

- à la concentration du corps actif dissout C .
- à l'épaisseur de substance traversée l .

La constante de proportionnalité s'appelle pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_{0^\circ\text{C}}$, cette constante varie avec :

- la longueur d'onde de la lumière polarisée λ , d'où la nécessité d'utiliser une lumière monochromatique (lampe au sodium émettant surtout la raie D à 589nm c'est-à-dire dans le jaune et le jaune est la couleur correspondant presque au maximum de sensibilité de l'œil),
- la température de la solution,
- la nature du solvant,
- le temps : phénomène de mutarotation, c'est-à-dire évolution de ce pouvoir rotatoire avec le temps quand on utilise par exemple le D glucose qui va se transformer lentement en L glucose dont le pouvoir rotatoire est différent.

Loi de Biot : $\alpha = [\alpha]_{20^\circ\text{C}} \times l \times C$

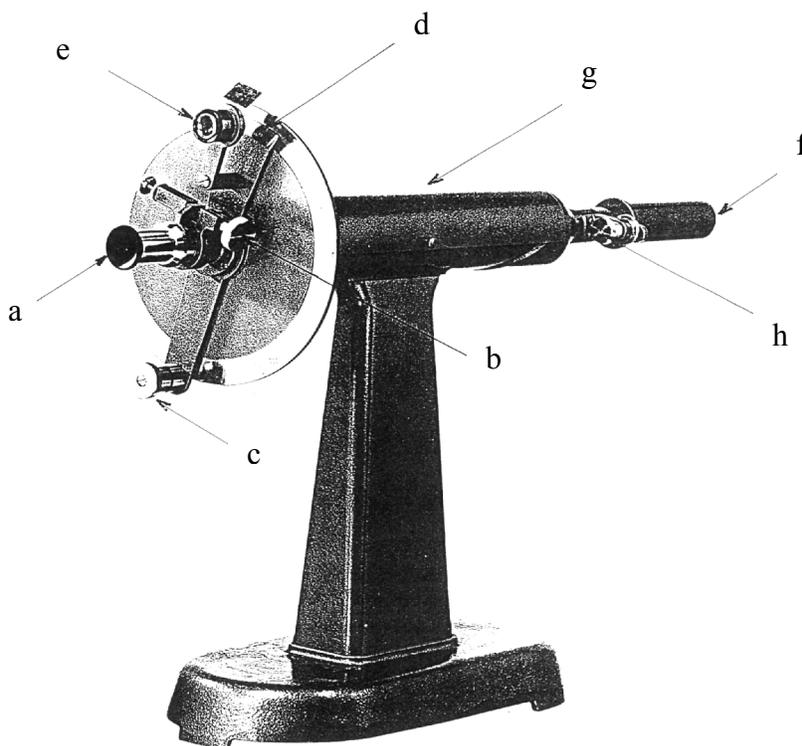
où α s'exprime en degré , l en dm , C en g.cm^{-3} , D indique que la mesure est faite avec la raie jaune du sodium et 20°C indique que la mesure est faite à 20°C .

II) Le polarimètre de Laurent :

II-1) Application :

Bien que le polarimètre de Laurent existe depuis plus d'un siècle, il est toujours utilisé dans les laboratoires pour mesurer rapidement le pouvoir rotatoire d'une substance chimique. Cependant il est de plus en plus remplacé par l'utilisation de photodétecteur, lequel produit un signal électrique qui est amplifié puis analysé.

II-2) Description détaillée de l'appareil :



- a) œillette
- b) molette de réglage
- c) molette de mesure
- d) Vernier gradué au quinzième (2 minutes d'angle par graduation) et disque fixe gradué tous les $0,5^\circ$.
- e) Loupe de lecture
- f) Lentille
- g) Emplacement du tube polarimétrique
- h) Molette de réglage du polariseur

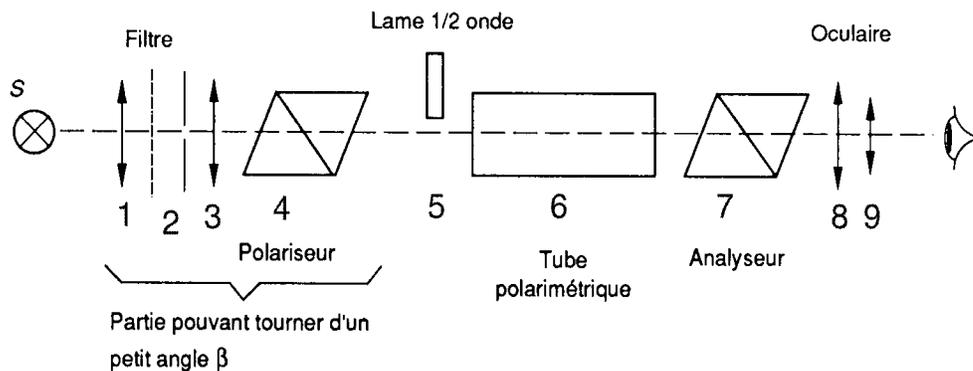


Schéma de principe du polarimètre

III) Expérimentation :

Matériel :

- Un Polarimètre de Laurent.
- Des fenêtres en verre (bonnettes).
- Un tube polarimétrique de longueur 20 cm.
- Des bouchons à filetage pour le tube polarimétrique.
- Une burette de 50 mL.
- Une fiole jaugée de 200 mL.
- Quatre fioles jaugées de 50 mL (pour réaliser les solutions).
- Un agitateur en verre.
- Une pissette d'eau.
- Un compte-gouttes.
- Du Saccharose.
- Une solution inconnue de Saccharose.
- Du papier essuie-tout.
- Du papier optique pour les fenêtres.

III-1) Réalisation des solutions

Avant toute chose relever la température de la salle $T =$.

III-1-a) Préparation de la solution mère :

- Peser exactement, dans un bécher de 150 mL, 40g de saccharose à la balance.
- Dissoudre progressivement le saccharose dans l'eau dans une fiole de 200 mL.
- Ajuster au trait de jauge si nécessaire, avec une pissette d'eau et un compte-gouttes.
- Boucher la fiole et retourner la plusieurs fois de façon à homogénéiser la solution mère.
- Rincer la burette avec un peu de la solution mère puis la remplir de solution mère.
- Ajuster la burette au zéro.

III-1-b) Préparation des solutions :

Vous devez préparer, par dilution à partir de la solution mère, des solutions de concentrations massiques différentes et de volume 50 mL.

- Compléter le tableau. **Sur un exemple, vous ferez le détail de vos calculs dans votre rapport.** (Donnée : masse molaire du saccharose = 342 g.mol^{-1})

Solution n°	Concentration massique de saccharose (g.L^{-1})	V solution mère (mL)	V eau (mL)	Concentration molaire de saccharose (mol.L^{-1})
1	0	0	50	0
2	40	10	40	
3	80	20	30	
4	120	30	20	
5	160	40	10	
6	200	50	0	

La solution n° 1 correspond donc à de l'eau pure alors que la solution n° 6 correspond à la solution mère.

- Réaliser successivement les solutions dans quatre fioles différentes de 50 mL. Ajuster au trait de jauge, comme précédemment, avec une pissette d'eau et un compte-gouttes.

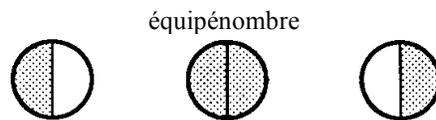
III-2) Etalonnage du polarimètre

III-2-a) Réglage à vide

- Allumer la lampe à vapeur de sodium et attendre qu'elle atteigne son éclairement optimal (quelques minutes).
- **Amener les zéros** du vernier (d) et de la graduation du disque fixe (d) **en coïncidence** à l'aide de la molette de mesure (c). Ce réglage peut être réalisé avec une grande précision grâce à la loupe de lecture (e).

III-2-b) Placement du tube polarimétrique

- Essuyer les fenêtres de verre délicatement avec du papier.
- Fermer une des extrémités du tube polarimétrique en y plaçant une fenêtre de verre et en y vissant un bouchon.
- Remplir le tube polarimétrique verticalement avec la solution n°1 en laissant un ménisque convergent afin d'éviter toute bulle d'air.
- Glisser rapidement la seconde fenêtre de verre en coupant le ménisque et fermer le tube polarimétrique avec le second bouchon.
- Contrôler alors la propreté des fenêtres ainsi que l'absence de bulles d'air en dirigeant le tube vers une source de lumière (lampe du couloir) et en regardant à travers le tube.
- Mettre en place le tube polarimétrique dans son emplacement (g) et refermer le carter pour éliminer les lumières parasites.
- Regarder dans l'oculaire (a). On observe deux plages peu ou inégalement éclairées Agir sur l'ocillon (a) de l'oculaire de manière à rétablir la netteté de l'image.
- Amener alors les deux plages à égalité d'éclairage à l'aide de la molette de réglage (b). Agir de manière à éclaircir la plage sombre et à foncer la plage claire jusqu'à l'inversion de l'inégalité d'éclairage. Revenir en arrière très doucement jusqu'à l'obtention de l'égalité (le trait de séparation des deux plages doit alors pratiquement disparaître). On a obtenu **l'équipénombre**.



Plages observées à l'oculaire

- Régler enfin la luminosité des plages en agissant sur la molette de réglage du polariseur (h) jusqu'à l'obtention du minimum d'éclairage compatible avec l'observation de l'égalité d'éclairage ; contrôler de nouveau l'égalité d'éclairage afin de vérifier qu'elle n'a pas été détruite lors du réglage de luminosité.

Le polarimètre est maintenant étalonné : il ne faut plus toucher à la mise au zéro !

- Retirer la solution n°1 du tube polarimétrique.

III-2) Mesure du pouvoir rotatoire des solutions

III-2-1) Protocole à suivre : exemple de la solution 2

- Essuyer les fenêtres de verre délicatement avec du papier.
- Fermer une des extrémités du tube polarimétrique en y plaçant une fenêtre de verre et en y vissant un bouchon.

- Rincer le tube avec la solution n°2 puis remplir le tube polarimétrique verticalement en laissant un ménisque convergent afin d'éviter toute bulle d'air. Glisser rapidement la seconde fenêtre de verre en coupant le ménisque et fermer le tube polarimétrique avec le second bouchon.
- Contrôler alors la propreté des fenêtres ainsi que l'absence de bulles d'air en dirigeant le tube vers une source de lumière (lampe du couloir) et en regardant à travers le tube.
- Mettre en place le tube polarimétrique dans l'emplacement et refermer le carter pour éliminer les lumières parasites. Agir sur l'ocillon de l'oculaire de manière à rétablir la netteté de l'image.
- Observer les deux plages dans l'oculaire. L'introduction de la solution fait tourner les directions de vibration d'un angle α et détruit l'égalité d'éclairement ou équipénombre des plages. Faire alors tourner l'analyseur à l'aide de la molette de mesure (c) de manière à **rétablir l'équipénombre** et lire la valeur de l'angle α sur la graduation (voir annexe). Le saccharose étant dextrogyre, on prendra soin de faire tourner l'analyseur dans le sens des aiguilles d'une montre.
- Refaire au moins une fois la mesure de l'angle α , et en donner une valeur moyenne. (**ces mesures devront apparaître sur le compte-rendu**).
- Vider le tube polarimétrique et rincer le à la pissette d'eau.

III-2-2) Mesure du pouvoir rotatoire pour les autres solutions

- Recommencer les mêmes opérations que précédemment avec les solutions n° 3, 4, 5, 6 ainsi qu'avec la **solution inconnue**. Pour chacune, refaire au moins une fois la mesure de l'angle α , et en donner une valeur moyenne. (**ces mesures devront apparaître sur le compte-rendu**).

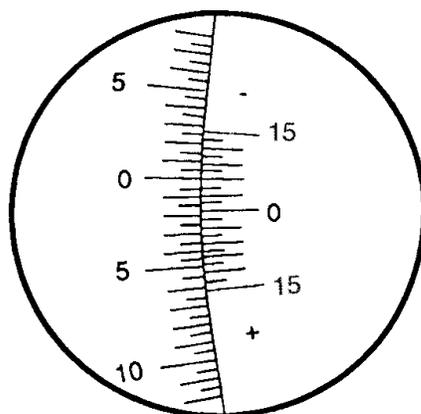
III-3 - Analyse et exploitation des résultats

- Noter vos valeurs de pouvoir rotatoire dans un tableau du type :

Solution n°	Concentration massique C (g.L ⁻¹)	Pouvoir rotatoire α (°)
-------------	-----------------------------------------------	--------------------------------

- Tracer le graphe $\alpha = f(C)$. La loi de Biot est-elle vérifiée ? Justifier.
- Dédire de ce graphe le pouvoir rotatoire spécifique du saccharose que l'on notera $[\alpha_S]$. (**faites attention aux unités utilisées**). Comparer cette valeur avec celle donnée par les tables : $[\alpha_S] = + 66,5 \text{ } ^\circ \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^3$.
- Reporter sur ce graphe la valeur de l'angle α mesuré pour la solution inconnue et en déduire alors sa concentration massique puis molaire.

ANNEXE : Indication sur la lecture de l'angle :



La rotation de l'analyseur et du cercle gradué s'est faite dans le sens des aiguilles d'une montre. Il faut lire le vernier à partir de son zéro vers le bas (signe +).

Sur la figure, le zéro du vernier mobile est situé entre $1,5^\circ$ et 2° du disque fixe. On rappelle d'autre part que **La graduation du disque fixe est en demi-degré et le vernier est au quinzième**, ce qui correspond à une échelle graduée de deux minutes en deux minutes d'angle.

Étant donné que c'est la graduation 7,5 du vernier mobile qui est exactement en face d'une des graduations du disque fixe, la valeur de l'angle est finalement :

$$1,5^\circ + 7,5 \times 2' = 1,5^\circ + 15' = 1,5^\circ + 0,25^\circ = 1,75^\circ$$