

Rotation du plan de polarisation par des solutions de sucre

Objectifs de l'expérience

- Observation de la rotation du plan de polarisation par une solution concentrée de sucre dans un dispositif avec deux polariseurs croisés.
- Détermination de l'angle de rotation pour trois couleurs différentes de la lumière.

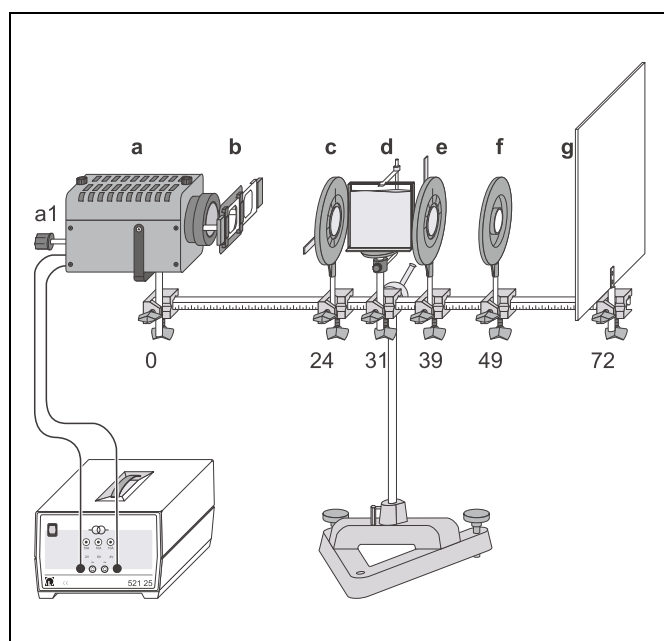


Fig. 1 Dispositif de l'expérience pour la rotation du plan de polarisation par une solution de sucre.

- a Ampoule halogène
- b Filtre (dans le passe-vues)
- c Polariseur
- d Solution de sucre
- e Analyseur
- f Lentille
- g Ecran d'observation

Principes de base

On appelle l'activité optique la propriété de certains matériaux de provoquer une rotation du plan de polarisation d'une lumière polarisée de manière linéaire lorsque celle-ci traverse le matériau. Ce phénomène s'observe notamment avec certaines solutions. Dans ce cas c'est la structure moléculaire du matériau en solution qui fait que la lumière à polarisation circulaire dans le sens gauche et la lumière à polarisation circulaire à droite se répandent dans la solution avec des vitesses de phase différentes. La lumière à polarisation linéaire qui entre dans la solution, peut être pensée comme une décomposition en deux ondes partielles, l'une à polarisation dans le sens de rotation gauche, l'autre à polarisation dans le sens de rotation droite. Les deux ondes partielles progressent avec des vitesses de phase différentes de façon à induire une différence de phase proportionnelle au parcours. De la superposition des deux ondes partielles après le parcours résulte une onde à polarisation linéaire dont le sens de polarisation est décalé par rotation par rapport à l'onde de départ.

L'angle de rotation α dépend de la structure moléculaire et de la concentration du matériau en solution, de la longueur du parcours de la lumière dans la solution et de la longueur d'onde de la lumière. L'angle prend une valeur positive lorsque le plan de polarisation de la lumière dirigée vers l'observateur effectue une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre (rotation droite). Une rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre est appelée une rotation gauche et l'angle prend une valeur négative.

Par principe, toute substance à activité optique permet une modification aussi bien dextrogyre que lévogyre. Les rotations spécifiques des deux modifications sont égales en valeur et ne se distinguent que par leur signe. Les combinaisons des deux modifications diminuent l'angle de rotation. Une modification dans laquelle sont combinées les deux modifications à parts égales est dite racémique.

L'expérience démontre la rotation du plan de polarisation dans un dispositif avec deux polariseurs croisés. La substance à activité optique est une solution aqueuse concentrée de Saccharose D(+). Comme l'indique le qualificatif D(+), la solution induit une rotation du plan de polarisation dans le vers la droite.

Matériel

1 Saccharose D(+), 100 g	674 605
1 Lampe halogène, 12 V/100 W	450 63
1 Ampoule halogène 12 V, 50/100 W	450 64
1 Passe-vues pour lampe halogène	450 66
1 Filtre, rouge	468 03
1 Filtre, vert	468 07
1 Filtre, bleu	468 11
1 Transformateur 2 ... 12 V	521 25
1 Cuve à faces parall. en verre	477 20
2 Filtre de polarisation	472 401
1 Lentille, f = + 100 mm	460 03
1 Plateau pou prisme sur tige	460 25
1 Ecran translucide	441 53
1 Petit banc d'optique	460 43
1 Pied en V	300 01
6 Noix Leybold	301 01
1 Cuillère à spatule	666 963
Câble d'expérience d'un diamètre de 2,5 mm ²	

Montage

Le montage de l'expérience est présenté dans le schéma 1.

- Monter les composants sur le petit banc d'optique en tenant compte de la position indiquée pour le bord gauche des noix Leybold.
- Orienter les deux filtres de polarisation de façon à ce que votre échelle pointe en direction de l'écran d'observation, en positionnant les deux sur 90°.
- Installer la lampe halogène pour une utilisation avec une ampoule halogène 100 W (avant le réflecteur, cf. mode d'emploi de la lampe halogène).
- Orienter l'ampoule halogène à l'aide de la tige d'ajustement (a1) dans le boîtier de la lampe tout en déplaçant la lentille sur le banc d'optique de façon à ce que le champ optique soit projeté de manière régulière sur l'écran d'observation.
- Remplir la cuve à faces parallèles en verre avec 50 ml d'eau (niveau de remplissage = 5 cm), la poser sur le plateau pour prisme sur tige dans le sens de la longueur et la disposer de manière centrée dans le champ optique.

Réalisation**a) Observation avec de la lumière blanche:**

- Régler l'analyseur sur 0° et observer l'intégralité du champ optique.
- Retirer la cuve à faces parallèles en verre du trajet du faisceau lumineux et ajouter délicatement environ 20 cuillères de Saccharose D(+) dans l'eau.
- Dissoudre si possible complètement dans l'eau le Saccharose D(+) en remuant.
- Repositionner la cuve à faces parallèles en verre de nouveau de manière centrée dans le trajet du faisceau lumineux et observer le champ optique.
- Tourner le sens de polarisation de l'analyseur et observer l'intégralité du champ optique.

b) Observation avec une lumière monochrome:

- Introduire le filtre rouge dans le passe-vues devant l'ouverture de sortie de l'ampoule halogène et chercher, avec l'analyseur l'obscurité maximale dans la partie centrale du champ optique (cf. fig. 2).
- Noter la position de l'analyseur en tant qu'angle de rotation de la solution pour la lumière rouge.
- Remplacer le filtre rouge par un filtre vert et de déterminer nouveau l'angle de rotation.
- Déterminer l'angle de rotation pour le filtre bleu.

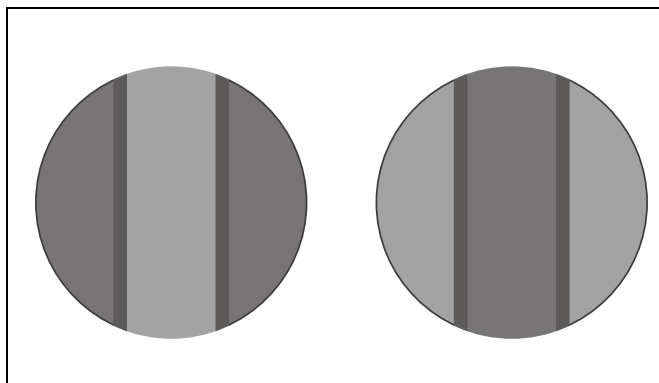


Fig. 2 Champ optique avec une lumière monochrome après introduction de la solution de sucre (gauche: position de l'analyseur 0°, droite: obscurité maximale dans la partie centrale du champ optique)

Exemple de mesure et exploitation**a) Observation avec de la lumière blanche:**

Solution: 20 cuillères de Saccharose D(+) dans 50 ml d'eau.

La solution écrit le champ optique lorsque le polariseur et l'analyser sont verticaux. Selon la position d'angle de l'analyseur, la couleur du champ optique se modifie (couleurs secondaires).

b) Observation avec de la lumière monochrome:

Table 1: Angle de rotation pour différentes couleurs de la lumière

Filtre	Angle de rotation
rouge	25°
vert	40°
bleu	55°

Résultat

Une solution aqueuse de Saccharose D(+) présente une activité optique. L'angle de rotation du plan de polarisation est, conformément à l'intitulé D(+), positif. Il dépend fortement de la longueur d'onde de la lumière.