



Numéro de place

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Numéro d'inscription

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Signature

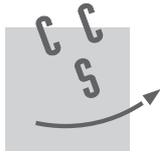
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Nom

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Prénom

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|



CONCOURS CENTRALE-SUPÉLEC

Épreuve : Physique-chimie 2 MP

Ne rien porter sur cette feuille avant d'avoir complètement rempli l'entête

Feuille

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

 /

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

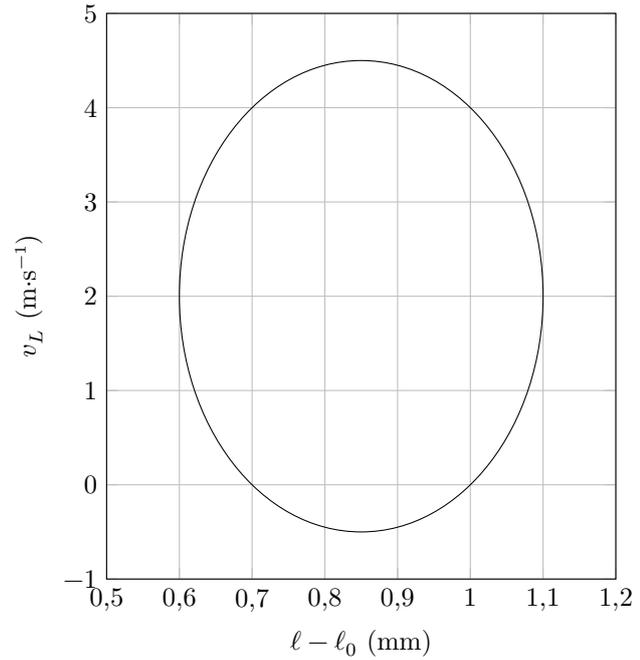
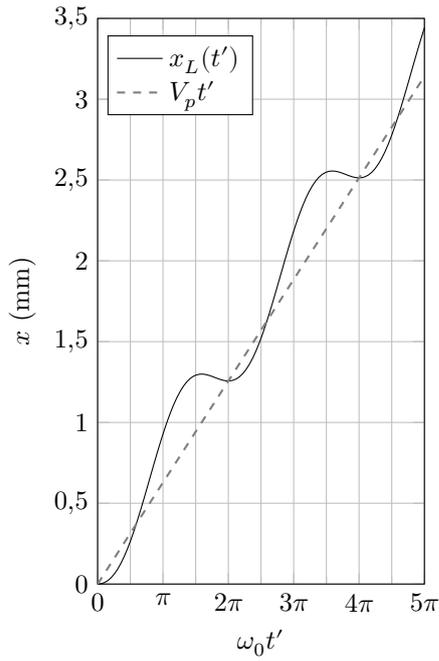


Figure A Résultats de la simulation numérique pour $V_p = 2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

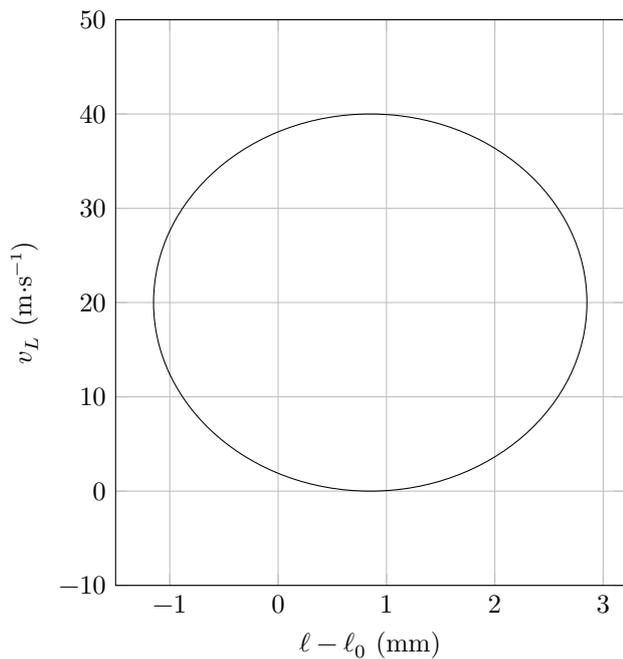
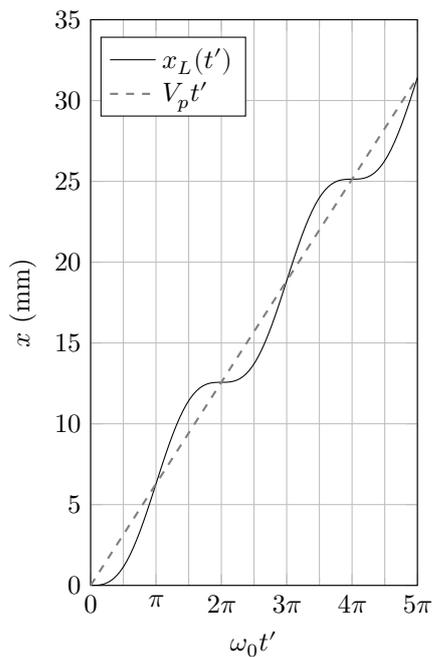


Figure B Résultats de la simulation numérique pour $V_p = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Ne rien écrire

dans la partie barrée

2016-002-DR/20160519 13 :43 MKIV

Annexe - Une expérience de mesure de la biréfringence du Scotch[®]

Présentation du dispositif

Afin d'observer le phénomène de biréfringence du Scotch[®], nous avons réalisé une boîte dans laquelle nous avons glissé deux polariseurs croisés de part et d'autre d'une plaque de verre circulaire pouvant pivoter autour d'un axe horizontal. Sur cette plaque de verre est collé du Scotch[®] avec différentes épaisseurs (voir photo ci-dessous). L'ensemble est éclairé par un faisceau parallèle de lumière blanche.

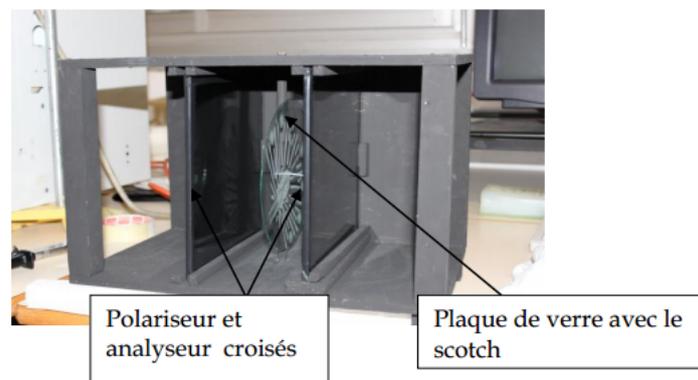


Figure 1 Notre boîte (la lumière entre par la gauche et sort par la droite).

Nous avons commencé par analyser spectralement la lumière à la sortie de l'analyseur et ce pour une, deux, trois, ..., épaisseurs de Scotch[®]. Pour chaque épaisseur, la plaque de verre est orientée de sorte que les lignes neutres du Scotch[®] soient orientées de 45° par rapport aux axes du polariseur et de l'analyseur (car c'est dans cette position que les contrastes sont les plus importants). Puis nous avons mesuré la différence d'indice entre les deux lignes neutres du Scotch[®].

Observations des spectres

Pour faire cette étude, nous avons utilisé un spectrogoniomètre. La lumière entre dans le collimateur et se dirige vers la plate-forme sur laquelle on place un réseau (ou un prisme) qui décompose la lumière. Le spectre de cette lumière peut ensuite être observé à l'aide d'une lunette. Avec un tel appareil, on peut, en pointant la lunette sur une raie d'émission ou d'absorption, relever la position de cette dernière.

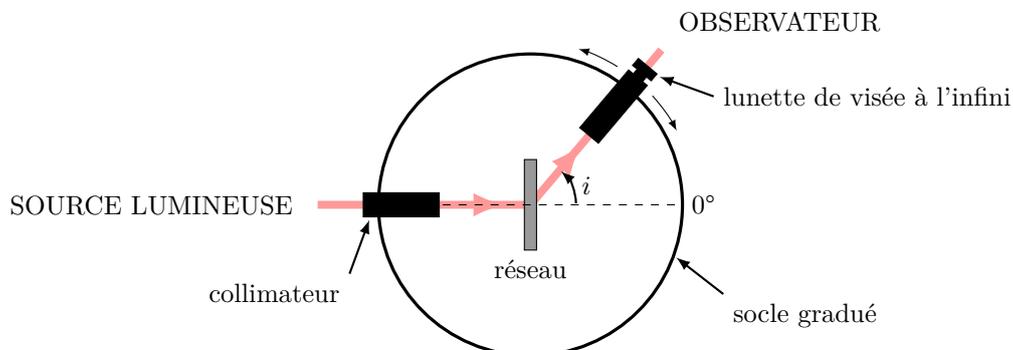


Figure 2 Schéma du spectrogoniomètre (vue de dessus).

En observant les spectres de la lumière après l'analyseur pour une ou deux épaisseurs de Scotch[®], on remarque que les spectres sont continus. On observe à partir de trois épaisseurs une première raie d'absorption. Nous avons alors décidé de porter le nombre d'épaisseurs de Scotch[®] à dix afin d'observer plusieurs raies d'absorption.

Étalonnage du spectrogoniomètre

Nous avons tout d'abord mesuré avec la graduation du socle les positions des raies d'émission d'une lampe à vapeur de zinc et d'une lampe à vapeur de mercure. Nous avons ensuite calculé le sinus des angles trouvés à

l'aide du goniomètre pour chaque raie d'émission et y avons associé les longueurs d'onde correspondantes grâce aux tables de valeurs.

| Source | Valeur de l'angle sur le goniomètre (en°) | Sinus de cet angle | Longueur d'onde de la raie d'émission (en nm) |
|---------------------------|---|--------------------|---|
| Lampe à vapeur de zinc | 16,33 | 0,281 | 468,0 |
| | 16,48 | 0,284 | 472,0 |
| | 16,78 | 0,289 | 480,0 |
| | 22,37 | 0,380 | 637,0 |
| Lampe à vapeur de mercure | 15,23 | 0,263 | 435,8 |
| | 19,12 | 0,328 | 546,1 |
| | 20,23 | 0,346 | 576,6 |
| | 20,28 | 0,347 | 579,1 |

À l'aide d'un logiciel de traitement des données, nous avons tracé la courbe d'étalonnage du sinus des angles en fonction des longueurs d'onde correspondantes. Cette courbe est une droite.

Mesure de la biréfringence du Scotch®

Nous avons ensuite repris l'analyse spectrale de la lumière sortant de l'analyseur après avoir traversé dix épaisseurs de Scotch®. Nous avons ainsi pu mesurer les valeurs des angles pour les raies d'absorption et avons calculé leur sinus. Grâce à la courbe d'étalonnage nous avons alors déterminé les longueurs d'onde correspondant à ces raies.

| Valeur de l'angle sur le goniomètre (en°) | Sinus de cet angle | Longueur d'onde correspondante (en nm) |
|---|--------------------|--|
| 15,13 | 0,261 | 433,4 |
| 17,25 | 0,297 | 494,9 |
| 20,03 | 0,343 | 573,2 |
| 24,03 | 0,407 | 680,0 |

Grâce à ces mesures nous avons la possibilité désormais de déterminer la différence des indices dans le Scotch®. À l'aide de notre simulation informatique utilisant un logiciel de géométrie dynamique et pour les longueurs d'onde ci-dessus, nous avons recherché la différence d'indice entre l'indice n_0 et l'indice n_e pour laquelle il y a absorption de la radiation par le système {polariseur-Scotch®-analyseur}. Nous avons considéré l'indice n_0 comme égal à 1, et nous avons joué sur la valeur de l'indice n_e jusqu'à obtenir l'extinction de la lumière. Voilà les valeurs obtenues :

| Longueur d'onde (en nm) | Indice n_e |
|-------------------------|--------------|
| 433,4 | 1,0175 |
| 494,9 | 1,0146 |
| 573,2 | 1,01253 |
| 680,0 | 1,01118 |

Nous avons finalement fait la moyenne de toutes ces valeurs, et nous obtenons :

$$\Delta n = n_e - n_0 = 0,0139$$

Données numériques

Divers

- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- L'air est considéré comme un mélange gazeux dont les fractions molaires sont 20% de O_2 et 80% de N_2
- Masse volumique de l'eau liquide : $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Extrait du tableau périodique

| | | | | | |
|---|---|----|----|------|------|
| Numéro atomique | 1 | 6 | 8 | 16 | 17 |
| Symbole | H | C | O | S | Cl |
| Masse molaire atomique ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) | 1 | 12 | 16 | 32,1 | 35,5 |

Potentiels rédox standard à 298 K

Les espèces non attachées à un couple rédox seront supposées électro-inactives dans les conditions de l'énoncé.

| | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|--|
| | $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}/\text{Fe}_{(\text{s})}$ | $\text{H}_{(\text{aq})}^+/\text{H}_{2(\text{g})}$ | $\text{Cu}_{(\text{aq})}^{2+}/\text{Cu}_{(\text{s})}$ | $\text{NO}_{3(\text{aq})}^-/\text{NO}_{(\text{g})}$ | $\text{O}_{2(\text{g})}/\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$ |
| E° (V) | -0,44 | 0 | 0,34 | 0,96 | 1,23 |

Grandeurs thermodynamiques à 298 K

| | | | | | |
|--|-----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | $\text{S}_{(\alpha)}$ | $\text{O}_{2(\text{g})}$ | $\text{N}_{2(\text{g})}$ | $\text{SO}_{2(\text{g})}$ | $\text{SO}_{3(\text{g})}$ |
| $\Delta_f H^\circ$ ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) | 0 | 0 | 0 | -297 | -396 |
| S_m° ($\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) | 31,8 | 205 | 192 | 248 | 257 |