

TP 16 : Polarisation des ondes lumineuses ; ondes centimétriques

Objectifs

- Polarisation des ondes lumineuses : Vérifier expérimentalement la loi de Malus (comparaison théorie/expérience à l'aide d'une régression linéaire).
- Ondes centimétriques : réaliser et décrire les résultats de plusieurs expériences.

Liste du matériel à votre disposition

- Deux polariseurs optique.
- Lentille convergente.
- Lampe.
- Luxmètre (mesure l'intensité lumineuse).
- Diapositive percée d'un trou.
- Cornet émetteur d'ondes centimétriques.
- Cornet récepteur. Antenne réceptrice.
- Oscilloscope.
- Divers accessoires métalliques : plaque, bifente, grille, ...

I Polarisation des ondes lumineuses

On souhaite vérifier expérimentalement la loi de Malus. Cette loi a été démontrée théoriquement dans le TD du chapitre 5 (exercice VI). Elle indique que lorsqu'une source éclaire un couple polariseur/analyseur, l'intensité transmise après l'analyseur est

$$I(\theta) = I_0 \cos^2 \theta, \quad (1)$$

avec θ l'angle entre les directions passantes du polariseur et de l'analyseur, et I_0 l'intensité lorsque polariseur et analyseur sont alignés.

1.a – Proposer un protocole expérimental permettant de réaliser des mesures de l'angle θ et de l'intensité $I(\theta)$ (faire un schéma légendé, décrire vos manipulations).

1.b – On souhaite vérifier la loi de Malus en réalisant plusieurs mesures et en concluant à l'aide d'une régression linéaire.

Réécrire cette loi sous la forme $y = a_{\text{théo}}x + b_{\text{théo}}$, en précisant y , x , et les valeurs théoriques des coefficients a et b .

1.c – Réaliser les mesures pour tracer y en fonction de x de façon expérimentale.

1.d – Sur vos mesures, faire une régression linéaire et conclure sur la validité de la loi de Malus.

Pour cela on ne comparera pas a_{exp} à $a_{\text{théo}}$, car on ne connaît pas la valeur de ce dernier. Par contre on conclura en faveur de la loi de Malus si les points expérimentaux forment bien une droite.

On expliquera aussi pourquoi il n'est pas gênant d'avoir $b_{\text{exp}} \neq 0$ même avec les incertitudes.

II Expériences avec les ondes centimétriques

Plusieurs expériences sont possibles, selon le temps que vous avez.

Ondes stationnaires, mesure de la longueur d'onde

On commence par vouloir mettre en évidence le caractère stationnaire du champ total lors d'une réflexion sur une plaque métallique.

On utilise donc le cornet émetteur, la petite antenne réceptrice, la plaque métallique. Brancher l'antenne réceptrice sur l'oscilloscope.

Déplacer l'antenne réceptrice entre la plaque et le cornet émetteur (tout en ne restant pas trop loin de la plaque). On doit constater que l'amplitude du signal reçu par l'antenne passe par des maxima et des minima.

2.a – Réaliser les observations décrites ci-dessus.

Qu'est-ce qui explique la présence de ces maxima et minima ?

2.b – En déduire une mesure de la longueur d'onde de l'onde émise par le cornet.

Puis la fréquence de l'onde.

On comparera avec ce qui est indiqué au dos du cornet émetteur.

On traitera correctement les incertitudes. On donne pour cela les indications suivantes :

- La mesure sur la règle graduée s'effectue à ± 1 mm, mais il se peut que le repérage du minimum (qui est fait via votre appréciation visuelle) soit moins précis. C'est à vous de dire.
- Si x_1 et x_2 sont les deux positions de l'antenne, mesurées chacune à Δx près, alors la distance d entre les deux est $d = |x_1 - x_2|$, connue à $\Delta d = 2\Delta x$ près.
- Il est plus précis de mesurer la distance entre plusieurs minima (3 ou 4 ou plus) plutôt qu'entre deux seulement.
- Si $\lambda = k \times d$ avec k constante numérique, alors pour les incertitudes $\Delta \lambda = k\Delta d$.
- Si deux grandeurs y et x sont reliés par la relation $y = \frac{1}{x}$, alors pour les incertitudes : $\Delta y = \frac{\Delta x}{x^2}$.

Polariseur

3 – Utiliser la grille métallique, le cornet émetteur, le cornet récepteur, pour mettre en évidence le fait que la grille métallique agit comme un polariseur.

Faire un schéma, décrire vos observations.

Expliquer pourquoi la grille agit ainsi.

Fentes d'Young

4.a – Rappeler l'allure de la figure d'interférence obtenue derrière des fentes d'Young en optique.

4.b – Utiliser les fentes d'Young, le cornet émetteur, le cornet récepteur, afin d'étudier la façon dont l'onde incidente produit des interférences après les fentes d'Young.

On pourra en particulier placer le récepteur à un certain angle, et constater que sans les fentes il ne reçoit rien, alors qu'avec il mesure un signal non nul.

Faire varier l'angle de mesure du récepteur. Y-a-t-il des maxima et des minima ?

Faire un schéma, décrire vos observations.

4.c – Si le temps le permet, vous pouvez, pour différents angles θ entre direction d'émission et récepteur, relever l'amplitude $I(\theta)$ du signal reçu. Puis tracer $I(\theta)$ en fonction de θ , et comparer avec la figure d'interférence attendue.

Peut-on exploiter cette figure d'interférence pour remonter à un ordre de grandeur de la longueur d'onde de l'onde émise ?