
MP14 : Polarisation des ondes électromagnétiques

Bibliographie

- Optique expérimentale, Sextant
- Expériences d'optique, Duffait
- Optique une approche expérimentale et pratique : Bien pour les explications sans calcul, les exemples, applications et petites expériences qualitatives.

1 Production de lumière polarisée rectilignement

1.1 Par absorption dichroïque

Présentation de polariseurs croisés, on peut vérifier la loi de Malus.

1.2 Par diffusion

Expérience qualitative : Une solution contenant du lait dilué dans de l'eau permet de mettre en lumière le phénomène : Les particules de lait diffusent la lumière : en étudiant les diagrammes d'émission dipolaire on remarque que la lumière diffusée à 90° est totalement polarisée. On voit aussi pourquoi le ciel est bleu : La puissance rayonnée en diffusion Rayleigh étant proportionnelle à λ^{-4} elle nous apparaît bleue. La lumière transmise quant à elle est rouge puisque le bleu a été plus diffusé. (Sextant p 274, la même expérience est faite avec d'autre "particule" dans le Duffait p 180).

1.3 Par réflexion vitreuse

Pour un certain angle d'incidence, appelé angle de Brewster, sur une surface la lumière réfléchie est totalement polarisée. On peut le vérifier en polarisant un laser et en le faisant arriver sur un dispositif goniométrique dédié à cet effet (demi-cylindre de plexiglas). Cet angle est relié au indice des deux milieux par : $\tan(i_B) = \frac{1}{n_2}$, pour le plexiglas on trouve $56,0 \pm 0,5^\circ$: on retrouve l'indice du plexiglas tabulé à 1,51.

2 Production et analyse de lumière polarisée elliptiquement

La lumière est généralement polarisée elliptiquement, le vecteur \vec{E} décrivant une ellipse au cours du temps dans le plan transverse puisqu'il s'écrit :

$$E_x = E_x^0 \cos(\omega t) \quad (1)$$

$$E_y = E_y^0 \cos(\omega t + \phi) \quad (2)$$

On peut par exemple le voir avec deux GBF que l'on synchronise puis que l'on met à deux fréquences proches. A basse fréquence on voit même le sens de parcours de l'ellipse.

2.1 Mesure de biréfringence spectre cannelé

Une façon d'obtenir de la lumière polarisée elliptiquement est de mettre à profit la biréfringence. Pour des lames épaisses on peut trouver le déphasage induit par la lame en réalisant le spectre cannelé de la lumière sortant de l'échantillon à l'aide d'un spectromètre : pour chaque longueur d'onde

les rayons ordinaires et extraordinaires interfèrent, et celle pour lesquelles l'ordre d'interférences est demi-entier disparaissent (la manip est décrite dans le TP de cette année mais attention il y a un facteur 2 en trop dans l'expression des minima d'intensité, dans le duffait et dans le sextant). **Cependant on va calculer le déphasage induit par la lame pour différente longueur d'onde alors que l'indice dépend de cette dernière (problème de précision). On peut alors faire l'hypothèse que Δn varie en $\frac{1}{n}$ et le vérifier.**

2.2 Photoélasticité et analyse de lumière elliptique

Certain matériau non biréfringents peuvent le devenir lorsqu'ils sont soumis à une contrainte. Une biréfringence d'axe optique dirigé comme la contrainte σ appliquée et telle que $\Delta n = -C\sigma$ apparaît. Pour ce montage on a utilisé un morceau de plexiglas dans les mors d'un étau. On peut alors chercher à la caractériser de plusieurs façon et par exemple à l'aide du banc d'ellispométrie disponible dans la collection. On peut alors l'utiliser pour en déduire le déphasage induit par la lame (cf le compte rendu de ce montage de l'année dernière). On a mesuré durant la préparation en prenant la valeur $C = 10^{-11}$ trouvée dans le Sextant, une force totale de $10^3 N$, ce qui correspond à une force appliquée par une masse de 100 kg, ce qui en ordre de grandeur n'est pas irraisonnable, le Sextant annonçant une contrainte de l'ordre de celle trouvée. On aurait pu faire la mesure pour plusieurs serrages et vérifier la linéarité de la loi annoncée $\Delta n = -C\sigma$.

Questions

Question : Polarisation des sources qu'on utilise ? Quartz-iode non polarisée, rayonnement du corps noir. Laser peuvent être polarisée grâce à un miroir à l'angle de Brewster : la lumière transmise est de plus en plus polarisée à chaque passage.

Interprétation de l'angle de Brewster en terme de dipôle ? Voir Houard p267, problème que cela soulève évoqués dans le Sextant p270. Remarque : On peut utiliser des ondes centimétriques cf le compte rendu de l'année dernière.