

POLARISATION – TD 7

Question de cours (extraite de l'examen de mai 2023 – les 2 premières ont été vues au TD5)

3) Décrire un exemple d'expérience d'interférométrie en lumière polarisée permettant de mettre en évidence l'importance de la cohérence de polarisation pour observer les interférences. On illustrera avec deux schémas, l'un où il n'y a pas cohérence de polarisation, l'autre où la condition est remplie, en expliquant en quelques mots ce qui change.

Exercice 1 : tracé de rayons, interférences et conception de dispositif (extrait de l'examen de mai 2023)

La question 4 peut être traitée indépendamment des précédentes. L'échelle des teintes de Newton est donnée en annexe.

1) On considère une lame biréfringente à faces parallèles taillée dans un milieu uniaxe néгатif telle que son axe optique fasse un angle $\alpha=45^\circ$ avec la face d'entrée (cf figure 1)

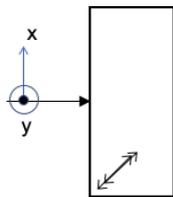


Fig.1

Tracer les rayons réfractés dans la lame et à la sortie pour un rayon incident en incidence normale. On fera une figure claire faisant apparaître les surfaces utilisées pour la construction. On précisera sur chaque rayon les directions des champs E et D associés.

2) On réalise un système en plaçant une lame demi-onde d'axes à 45° des axes x et y entre deux lames identiques à celle de la figure 1, comme représenté sur la figure 2.

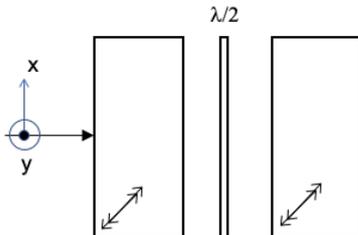


Fig. 2

Tracer les rayons à travers le système complet en indiquant dans chaque zone (avant et après la lame demi-onde, dans la 2^e lame biréfringente et en sortie du système complet) la direction des rayons et les vecteurs E et D correspondants.

3) On veut utiliser ces dispositifs à une ou deux lames pour faire des interférences en lumière blanche en incidence normale.

a) que faut-il ajouter pour voir ces interférences avec le meilleur contraste ? On donnera deux configurations possibles en précisant les éléments qu'il faut ajouter et comment on doit les orienter par rapport aux axes propres des lames.

b) avec le dispositif à une seule lame de la figure 1, on obtient une couleur uniforme bien contrastée soit orangé soit bleu de ciel suivant comment on oriente les éléments ajoutés au montage. Expliquer d'où viennent ces couleurs et comment on peut en déduire la différence de marche introduite par la lame.

c) Pour le dispositif à 2 lames de la question 2, que vaut la différence de marche pour le système complet ? Que va-t-on observer dans les deux configurations décrites à la question 3a ?

4) Pour passer rapidement d'une configuration d'interférences à l'autre, on veut fabriquer un système sans mouvement de rotation, mais en utilisant une cellule à cristaux liquides dont on peut faire varier rapidement la tension appliquée.

a) Concevoir un système, constitué d'un cristal liquide bien choisi et d'un autre composant de polarisation fixe, qui serait équivalent à un polariseur que l'on ferait tourner de 90° en appliquant une tension au cristal liquide. On précisera l'ordre des composants utilisés, et leurs orientations relatives et on expliquera comment fonctionne le système.

b) Par quel autre type de composant actif peut-on remplacer le cristal liquide pour avoir une commutation encore plus rapide entre les deux positions ?

Echelle des teintes de Newton

δ en nanomètres	échelle à centre blanc $I=I_0 \cdot \cos^2(\pi\delta/\lambda)$	échelle à centre noir $I=I_0 \cdot \sin^2(\pi\delta/\lambda)$	δ en nanomètres	échelle à centre blanc $I=I_0 \cdot \cos^2(\pi\delta/\lambda)$	échelle à centre noir $I=I_0 \cdot \sin^2(\pi\delta/\lambda)$	
0	blanc	noir	1128	vert jaunâtre	violet bleuâtre clair	troisième ordre
40	blanc	gris de fer	1151	jaune sale	indigo	
97	blanc jaunâtre	gris lavande	1258	couleur chair	bleu (teinte verdâtre)	
158	blanc jaunâtre	bleu gris	1334	rouge brun	vert de mer	
218	brun jaune	gris plus clair	1376	violet	vert brillant	
234	brun	blanc verdâtre	1426	bleu violacé grisâtre	jaune verdâtre	
259	rouge clair	blanc	1495	bleu verdâtre	rose (nuance clair)	
267	rouge carmin	blanc jaunâtre	1534	bleu vert	rouge carmin	
275	brun rouge sombre	jaune paille pâle	1621	vert teme	carmin pourpre	
281	violet sombre	jaune paille	1658	vert jaunâtre	gris violacé	
306	indigo	jaune clair				quatrième ordre
332	bleu	jaune vif	1682	jaune verdâtre	bleu gris	
430	bleu gris	jaune brun	1711	jaune gris	vert de mer	
505	vert bleuâtre	orangé rougeâtre	1744	mauve gris rouge	vert bleuâtre	
536	vert pâle	rouge chaud	1811	carmin	beau vert	
551	vert jaunâtre	rouge plus foncé	1927	gris rouge	gris vert	
			2007	bleu gris	gris presque blanc	
			2048	vert	rouge clair	
						5e ordre
			2338	rose pâle	vert bleu pâle	
			2668	vert bleu pâle	rose pâle	