

LP33: Interférences à 2 ondes en optique

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

Leçons 2020 annexes

- Notion de cohérence en optique

Ebauche de plan - Niveau : \simeq L2

Introduction On a pu voir précédemment l'optique géométrique. Mais en 1801, Young réalise une expérience que l'on va reproduire (manip des fentes d'young) inexplicable par ce formalisme. Essayons de comprendre de quoi il retourne

1 Phénomènes d'interférences

1.1 Phénomène découlant de la mesure

- On a des capteurs sensibles à l'énergie lumineuses, ie l'éclairement
- Le définir
- Commenter que nos capteurs ont un temps de réponse, donc nécessaire de moyenner
- Donner ordre de grandeur de l'oeil et de la photodiode
- Au vu des fréquences, nécessité de moyenner

1.2 Superposition de 2 ondes

- Poser l'éclairement total
- En développant la somme des deux cos, on
- Donner les conditions: Même pulsations, même source (pour avoir la même phase), onde non polarisées
- Développer le terme de phase, introduire le chemin optique, la différence de marche

- On obtient la formule de Fresnel
- Définir notion d'interférences constructives et destructives

2 Expérience des fentes de young

2.1 Dispositif

- Donner la tête du dispositif (avec une source ponctuelle à l'infini)
- Poser le schéma et les notations
- Montrer les deux chemins optiques

2.2 Calcul de l'interfrange

- Faire le calcul avec le DL.
- Obtenir la forme du profil d'interférences
- Définir la notion d'ordre d'interférence

3 Notion de cohérence spatiale (à privilégier sur une leçon d'interférence pure)

3.1 Eclairage d'une source étendue

- Revenir de l'équation de Fresnel
- Expliquer si on a deux points source la notion d'incohérence des phases, le fait qu'il ne vont pas interférer
- Modélisation comme une série de points totalement incohérent, dont on sommerait les profils d'intensité

3.2 Décalage du point source

- Faire le calcul par analogie avec le calcul des fentes de Young
- Obtenir le décalage des franges en fonction de la position de la source

3.3 Somme des points sources

- Intégrer sur toute l'extension.
- Retrouver le sinc pour le contraste.
- Commenter sur l'animation python de cohérence

4 Notion de cohérence temporelle (en bonus)

4.1 Notion de train d'onde

- Définir ce qu'est un train d'onde
- Détailler un peu comment la lumière est émise, que chaque train d'onde est incohérent avec les autres
- Détailler la notion de longueur de cohérence temporelle. Donner quelques ordres de grandeurs

4.2 Brouillage par battements

- Faire l'exemple du calcul du doublet du sodium
- Obtenir la figure du contraste dans ce cas là. Expliquer comment on peut exploiter cela pour faire une mesure du doublet du sodium

Conclusion

On peut appliquer ça à de l'astro. On peut également se poser la question de la cohérence de polarisation. On peut aussi ouvrir sur la non extension spatiale de la figure limitée par la diffraction. Il y a aussi l'ouverture sur les dispositifs à division d'amplitude

Bibliographie : démonstrations et exemples

- 1 Taillet, optique physique
- 2 H prépa, Optique
- 3 Champeau, Ondes lumineuses

Manipulations, ressources

- <http://sci-phy.org/Agreg/> (pour l'animation de cohérence)
- Animation cohérence spatiale :
<http://anim.institutoptique.fr/Young/>

Remarques générales

- Se refaire une culture sur la cohérence
- Aussi sur les applications à l'astro