

LP33 : Interférences à 2 ondes en optique

Correcteurs : Sylvain Joubaud, Alain Villaume ; leçon présentée par Florence Pollet

La liste des commentaires présents ci-dessous ne représentent qu'une opinion à un instant donné : il est indispensable de prendre l'ensemble des remarques avec un esprit critique. Un certain nombre d'idées sont évoqués, il n'est bien sûr pas indispensable de les suivre. Vous pouvez en avoir d'autre. Vous devez construire votre leçon avec votre approche et vos idées : c'est ce qui fera une bonne leçon, en plus des aspects scientifiques bien entendu.

Commentaires généraux

La présentation est claire, dynamique et soignée pour la forme. Le plan retenu est pertinent pour cette leçon. Toutefois la leçon gagnerait à être un peu plus interactive : on attend davantage d'illustrations visuelles et animées des phénomènes d'interférences, des brouillages etc. Par ailleurs, les manip présentées l'ont été relativement tard dans la leçon : il est important de les introduire plus tôt, de les commenter et de bien les mettre en valeur.

On peut aussi contextualiser davantage et évoquer les interférences rencontrées dans la vie de tous les jours (taches d'huile, papillons etc), ou leur utilité (spectroscopie, mesure d'épaisseur,...) pour l'accroche de la leçon.

Les aspects de cohérences spatiale et temporelle, qui constituent un point central de la leçon ont été correctement introduits et discutés.

Leçon présentée

La petite manip introductive avec les bulles de savon est sympathique, pourvu que l'on sache bien justifier lors des questions que les irisations sont dues aux interférences et pas à de la dispersion.

I Conditions d'interférences en optique

1 Détection de la lumière

Les temps de moyennage temporels pour les différents détecteurs sont bien mentionnés.

2 Superposition de 2 ondes

Comme dit précédemment, monter les interférences est pertinent dès ce début de LP : on explique qu'on va sommer

les amplitudes ou les champs électriques, pas les intensités car ça ne marche pas, et qu'on va voir si ce calcul peut donner un résultat satisfaisant. On dégage les conditions pour que "ça marche" : ce sont les critères de cohérence.

Attention au passage à ne pas affirmer que 2 ondes n'interfèrent pas si elles ont une polarisation différente : c'est inexact. Il suffit qu'elles aient une composante en commun pour avoir interférences. Le contraste sera d'autant plus faible que la composante commune sera faible.

3 Notion de cohérence

Ne pas oublier le critère différence de marche inférieure à la longueur de cohérence. On peut en donner des OdG ici pour différentes sources, ainsi que des temps de désexcitation des atomes (durée du train d'onde) et faire le lien avec les durées de moyennage temporels évoquées dans la première partie de la leçon.

Au point de vue du plan, il peut être pertinent de placer ces éléments sur la cohérence plutôt en partie 3, au moment où l'on évoque les sources réelles et les problèmes de cohérence spatiale et temporelle.

II Dispositif interférentiel des fentes d'Young

1 Figure d'interférences

Ici encore une manip/animation serait la bienvenue en illustration. Le tracé au tableau de l'éclairement en fonction de la position sur l'écran pourrait être avantageusement remplacé par une animation.

Bien justifier au passage la forme des franges (éléments de symétries par exemple).

2 Observations expérimentales

On peut enrichir la manip avec 2 laser (un vert un rouge), ou avec différents jeux de fentes d'Young. On peut aussi gagner du temps et illustrer de manière plus parlante en utilisant une animation.

La superposition des phénomènes d'interférences et de diffraction a été correctement discutée.

III Sources réelles

1 Cohérence spatiale

La manip montrant le brouillage quand on augmente la taille de la source est réussie, l'explication convaincante.

2 Cohérence temporelle

Une illustration est attendue pour la source à deux longueurs d'ondes, qui mette en évidence les brouillages/zones contrastées.

IV Conclusion

On peut évoquer ici des exemples d'applications (astronomie, Virgo, spectros etc) si pas fait en intro.

Questions/ Commentaires

Que vaut le pré-facteur α dans votre expression de l'éclairement ? Rép : c'est $\frac{1}{\mu_0 c}$

Pourriez vous expliquer comment est obtenu le déphasage de π lors de la réflexion à une interface avec un milieu dont l'indice est moins élevé ? Rép : coefficients de Fresnel.

Quelles sont les causes d'élargissement spectral ? Rép : chocs, effet Doppler

Quel est le profil général d'une raie spectrale ? Rép : profil de Voigt, convolution d'un profil gaussien (effet Doppler) et d'un profil Lorentzien (chocs)

Qu'est ce que le théorème de localisation ? Rép : on élargit la source et on cherche les conditions pour avoir une différence de marche constante au premier ordre. On montre que les diviseurs d'amplitude répondent au problème, et que l'on peut passer des trous aux fentes d'Young sans problème (ça doit être fait dans les BFR).

Qu'est-ce qu'un filtre interférentiel ? Rép : un interféromètre de Fabry Perrot !

Qu'est-ce que le théorème de Wiener-Khinchin ? Rép : le degré de cohérence est obtenu par transformée de Fourier inverse de la densité spectrale normalisée