

Partie Observer : Ondes et matière

CHAP 03-COURS Propriétés des ondes

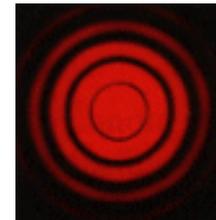
Notions et contenus	Compétences exigibles
Diffraction. Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.	Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle.
Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.	Connaître et exploiter la relation Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction. <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</i>
Interférences.	Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.
Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.	<i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.</i>
Effet Doppler.	<i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</i> Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses. Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.

1. DIFFRACTION

Exp 2 : diffraction avec un trou circulaire

1.1. Expérience avec les ondes lumineuses

Exp1 : figure de diffraction par une fente



- On observe **une tache centrale brillante** et de **petites taches latérales moins brillantes**
- La fente a diffracté la lumière dans une direction **perpendiculaire** à celle de la fente
- La diffraction est d'autant plus marquée que la taille de l'ouverture est petite

1.2. Ouverture angulaire du faisceau diffracté

a) reproduire le schéma de l'expérience

b) savoir démontrer que

$$\theta = \frac{l}{2.D}$$

où l représente et D la distance entre et l'écran
(l et D en mètres)

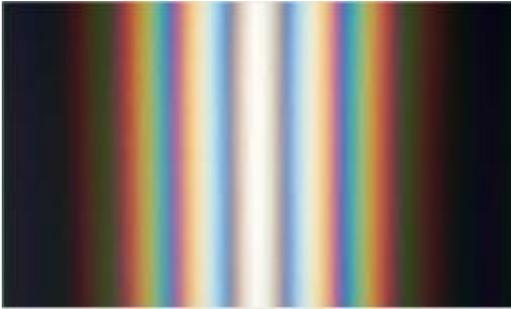
c) On admet également que :

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

(λ la longueur d'onde en mètres et a en mètres)

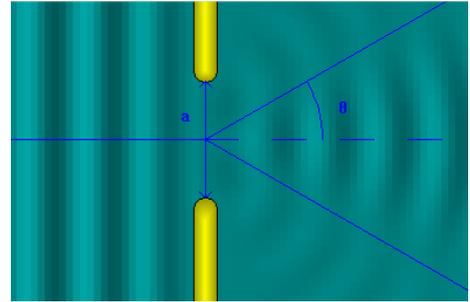
1.3 Autres diffractions

a) diffraction d'une lumière blanche



c) diffraction des ondes sonores

b) diffraction à la surface de l'eau



Attention : le phénomène de diffraction n'apparaît que lorsque les dimensions de l'ouverture sont de l'ordre de grandeur de sinon l'onde est seulement

2. INTERFERENCES EN LUMIERE MONOCHROMATIQUE

2.1. Expérience et observations

Exp laser+ fentes d'Young (Act 3 p64)

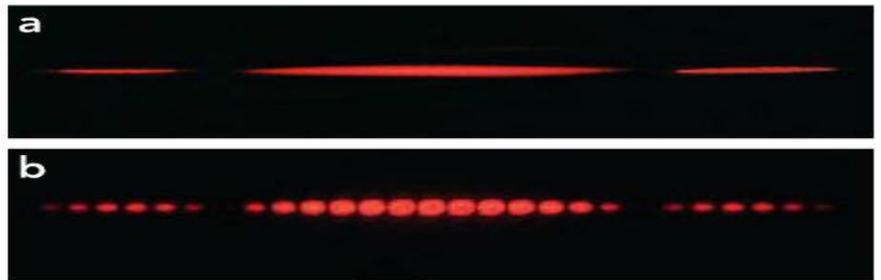
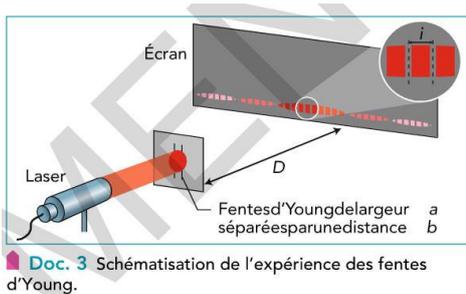


Figure obtenue avec 1 fente (a) et avec 2 fentes parallèles dites fentes d'Young (b) : La figure de diffraction est striée d'une alternance de bandes noires et lumineuses appelées « »

2.2. Conclusion

- Chaque fente se comporte comme une source lumineuse ponctuelle. La superposition des ondes issues de ces fentes donne des
- Deux ondes de même fréquence qui se superposent peuvent interférer. On observe alors des franges d'interférences.
- Lorsque deux ondes se superposent, leurs elongations s'ajoutent.
- Les interférences sont (zone lumineuses) en tout point où les ondes qui interfèrent sont en Les interférences sont (zones sombres) en tout point où les ondes qui interfèrent sont en
- Une figure d'interférences stable s'obtient avec des ondes fréquence et présentant un déphasage Ce sont des ondes cohérentes; elles sont émises par des sources

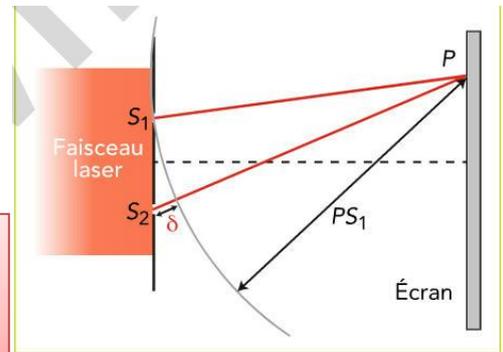
a) Définition

Deux ondes émises par des sources cohérentes situées en S_1 et S_2 ont, en un point P du milieu de propagation, un déphasage constant qui dépend de la durée de leurs trajets respectifs et du déphasage entre les sources. Le déphasage observé au point P est lié à la différence de marche δ de ces ondes.

b) Formules

$$\delta = S_2P - S_1P$$

δ : différence de marche (m)
 S_2P et S_1P en mètres

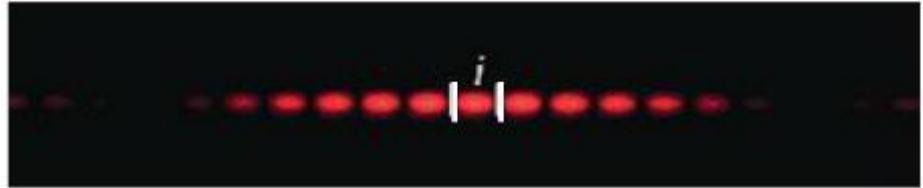


- On observe des interférences constructives quand $\delta = \dots\dots\dots\lambda$
 - On observe des interférences destructives quand $\delta = \dots\dots\dots\lambda$
- k est un nombre entier positif ou négatif appelé ordre d'interférences.

Doc. 10 Dans le cas de l'expérience des fentes d'Young dans l'air, la différence de marche des ondes qui interfèrent en P est $\delta = S_2P - S_1P$.

2.3. Interfrange

a) Définition



Lors d'interférences lumineuses, l'interfrange, noté i , est la distance séparant deux franges brillantes ou deux franges sombres consécutives.

b) Formule

L'interfrange i s'exprime par :

λ : Longueur d'onde (m)
 D: Distance fente écran (m)
 b : Distance entre les 2 fentes (m)

2.4. Interférences en lumière blanche

Éclairées en lumière blanche, les couches minces font apparaître des **couleurs interférentielles**.
 ex : Des taches d'huile, des CD ou des DVD, des ailes d'insectes ou des bulles de savon éclairées en lumière blanche font apparaître des irisations.

2.5. Autres interférences

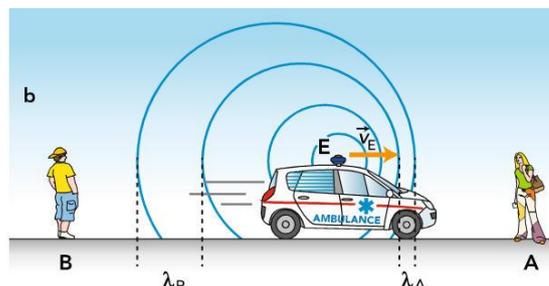
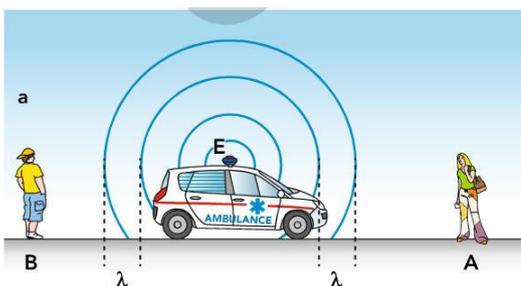
Des interférences s'observent aussi avec les ondes mécaniques ([ondes sonores](#), [ondes à la surface de l'eau](#)).

3. EFFET DOPPLER

3.1. Définition

- Une onde électromagnétique ou mécanique émise avec une fréquence $f_{émise}$ est perçue avec une fréquence $f_{perçue}$ différente lorsque l'émetteur et le récepteur sont en déplacement relatif : c'est l'effet Doppler.
- L'effet Doppler constitue une méthode de mesure de

3.2. Démonstration à savoir faire



Doc. 13 Lorsque l'émetteur est immobile, les observateurs immobiles A et B perçoivent des ondes de même longueur d'onde : $\lambda = \frac{v}{f_E}$.

Doc. 14 Lorsque l'émetteur se déplace à la vitesse v_E en s'approchant de l'observateur A et en s'éloignant de l'observateur B, ceux-ci perçoivent des ondes de longueurs d'onde $\lambda_A < \lambda$ et $\lambda_B > \lambda$.

- L'émetteur E produit des ondes sonores de fréquence f_E qui se propagent à la vitesse v .
- Les vitesses sont mesurées dans un référentiel terrestre.
- La vitesse de déplacement de l'émetteur v_E est faible et inférieure à la vitesse de l'onde dans le milieu de propagation

a) lorsque l'émetteur s'approche de l'observateur, le son de la sirène est perçu plus aigu

- Quand l'émetteur est immobile, la longueur d'onde est λ
- Lorsque l'émetteur s'approche de l'observateur, la longueur d'onde perçue par l'observateur est plusque la longueur d'onde émise, on a donc :

b) lorsque l'émetteur s'éloigne de l'observateur, le son de la sirène est perçu plus grave

3.3. Relations

Pour l'observateur A :

$$v_E = v \cdot \frac{f_A - f_E}{f_A}$$

Pour l'observateur B :

$$v_E = v \cdot \frac{-f_B + f_E}{f_B}$$

3.4. Utilisation

- Les radars routiers (cinémomètres) utilisent l'effet Doppler avec des ondes électromagnétiques pour mesurer la valeur de la vitesse des véhicules (doc. 15p71). Leur fonctionnement est différent de l'exemple de l'ambulance, car ils sont à la fois émetteurs et récepteurs.

- De même, en imagerie médicale, la valeur de la vitesse de déplacement du sang est mesurée par effet Doppler

3.5. Effet Doppler-Fizeau en astronomie

- L'effet Doppler-Fizeau permet de calculer la valeur de la vitesse radiale d'une étoile en comparant les longueurs d'onde de son spectre d'absorption à celles d'un spectre de référence.

- Lorsqu'une étoile ou une galaxie de la Terre, on observe un décalage vers les grandes longueurs d'onde (vers le rouge pour les raies du visible); ce **décalage vers le rouge** est appelé « **redshift** ».

- Lorsqu'une étoile ou une galaxie se de la Terre, on observe un décalage vers les petites longueurs d'onde (vers le bleu) ; ce **décalage vers le bleu** est appelé « **blueshift** ».