LES INTERFÉRENCES

Notions et contenus	Capacités exigibles
Interférences de deux ondes, conditions d'observation. Interférences constructives, Interférences destructives.	Caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes et en citer des conséquences concrètes. Établir les conditions d'interférences constructives et destructives de deux ondes issues de deux sources ponctuelles en phase dans le cas d'un milieu de propagation homogène.
Interférences de deux ondes lumineuses, différence de chemin optique, conditions d'interférences constructives ou destructives.	Prévoir les lieux d'interférences constructives et les lieux d'interférences destructives dans le cas des trous d'Young, l'expression linéarisée de la différence de chemin optique étant donnée. Établir l'expression de l'interfrange. Exploiter l'expression donnée de l'interfrange dans le cas des interférences de deux ondes lumineuses, en utilisant éventuellement un logiciel de traitement d'image.

PREMIERE PARTIE: ONDES SINUSOIDALES PROGRESSIVES

1) Equation d´une onde progressive

Une onde progressive est la propagation d´une perturbation périodique. cette onde est caractérisée par:

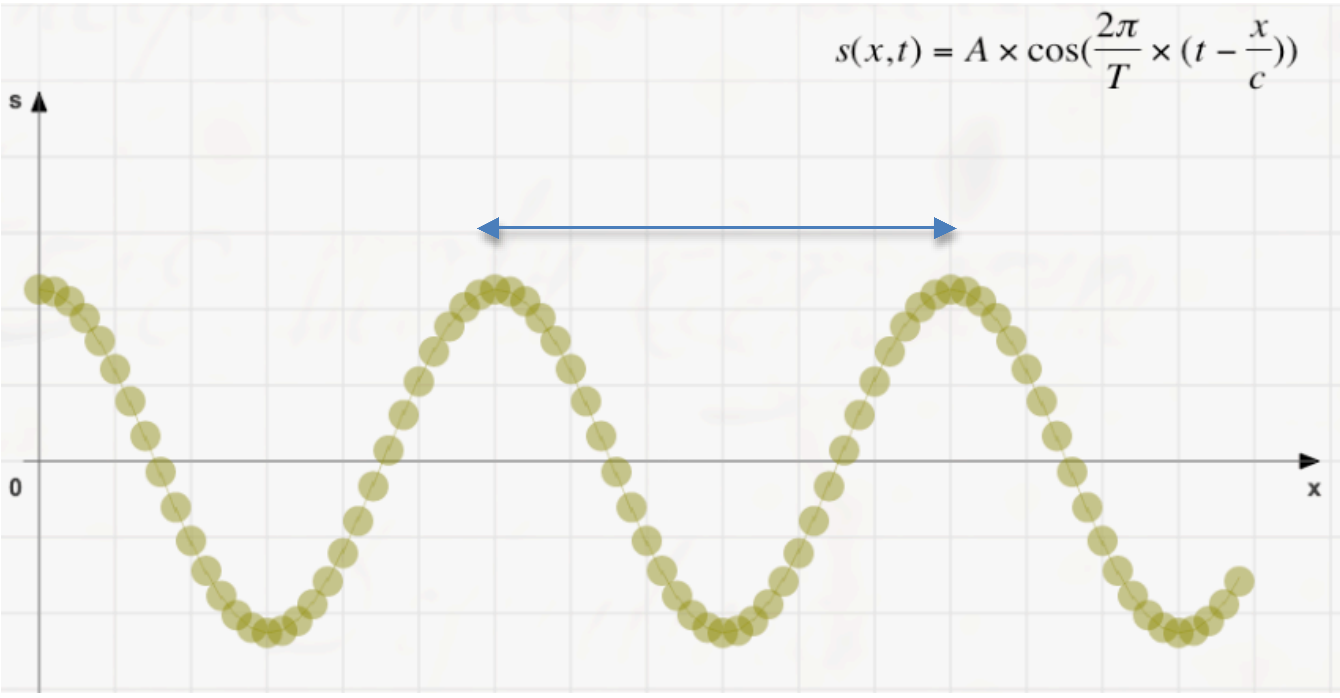
- Une amplitude maximale A.
- Une longueur d´onde λ (m) et une période T (s).
- Une célérité (vitesse de propagation): c en m/s.

Dans le cas d´une onde sinusoïdale, l'amplitude s de la vibration à un endroit (x) et à un temps donné (t) peut s´écrire:

$$s(x,t) = A \times \cos(\frac{2\pi}{T} \times (t - \frac{x}{c}) + \varphi)$$

φ est la phase à l´origine de l´onde (en radian)

Pour voir cette équation en action, rendez-vous sur cette simulation: http://www.fredpeuriere.com/anims/sinusoides-prog.html



✎ *Question:* **Si la phase à l´origine est nulle, quelle est l´amplitude de l´onde à l´instant initial et pour x=0?**

……

……

2) La double périodicité

La **périodicité temporelle** est caractérisée par la période T

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

La **périodicité spatiale** est caractérisée par la longueur d´onde λ

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

Les deux périodes sont reliées par la célérité de l´onde:

$$c = \frac{\lambda}{T}$$

DEUXIEME PARTIE: INTERFERENCES DE DEUX ONDES

1) Superposition de deux ondes sinusoïdales

Deux ondes progressives sinusoïdales **synchrones** (de même fréquence), et de **déphasage** constant se superposent de façon stable : les sources sont dites **cohérentes**. Il est alors possible d'observer la formation de zones d'amplitude maximale ou minimale : ce sont des franges d'interférences. Les zones d'amplitude maximale (brillantes) correspondent à des interférences constructives et les zones d'amplitude minimale (sombres) à des interférences destructives.

Ouvrez et manipulez l´animation 'SOMME DE SINUSOIDES (DECALAGE)'
http://www.fredpeuriere.com/anims/sinusoides-onde.html

Manipulations: **Dans quel cas observe-t-on des interférences constructives? et destructives?**

....

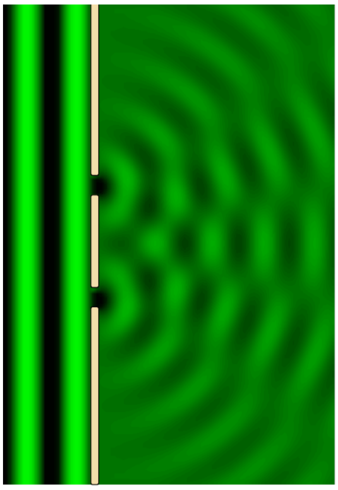
....

....

....

....

2) Mise en évidence du phénomène



Rendez-vous sur la simulation du PHET:
https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_en.html

Ouvrez l´animation '**SLITS**', modifiez librement les paramètres **avec deux fentes** puis commentez vos observations.

Commentaires et observations:

....

....

....

....

....

....

3) La différence de marche

Le caractère constructif ou destructif de la superposition de deux ondes en un point P dépend du retard d'une onde par rapport à l'autre ou, ce qui est équivalent, à la différence de trajet entre les deux ondes, appelée **différence de marche** notée δ.

Dans le cas de deux ondes sinusoïdales monochromatiques cohérentes (voir document en page suivante), on remarque:

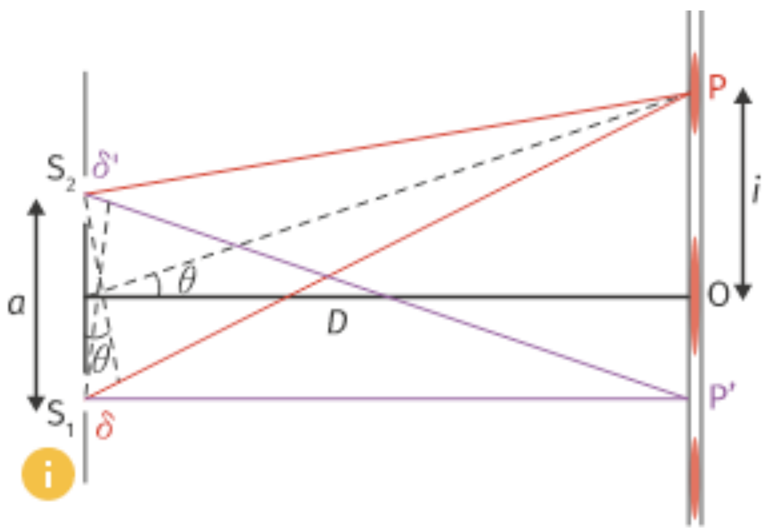
- des **interférences constructives** (franges brillantes) quand les ondes arrivent en phase (au point P) :

$$\delta = S_1P - S_2P = k \times \lambda$$

- des **interférences destructives** (franges sombres) quand les ondes arrivent en opposition de phase (au point P′) :

$$\delta' = S_1P' - S_2P' = (k + \frac{1}{2}) \times \lambda$$

Ici, k est un entier relatif {…;−3;−2;−1;0;+1;+2;+3;…} et est appelé ordre d'interférences.



TROISIEME PARTIE: EXPERIENCE DES FENTES D´YOUNG

1) Dispositif expérimental

Un faisceau LASER de longueur d´onde (λ) éclaire perpendiculairement deux fentes fines distantes d´une longueur (a). Un écran est palace à une distance (D), la plus grande possible. La tache centrale de la figure de diffraction observée à l´écran a pour largeur (L).

✐ *Commentaires et observations:* Légendez le schéma du dispositif en montrant la zone dans laquelle on pourra observer des interférences entre les deux ondes issues de chaque fente.

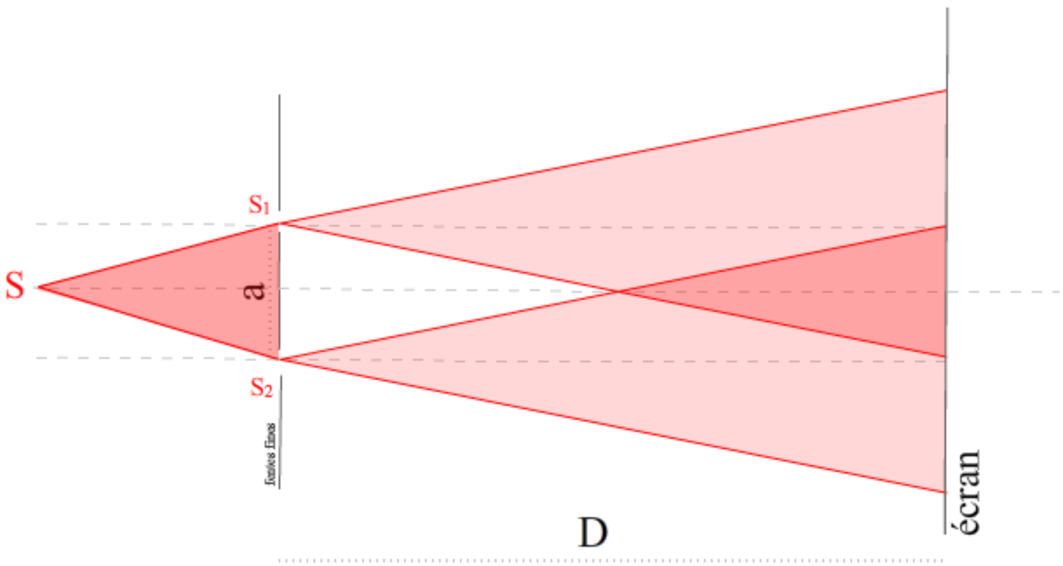
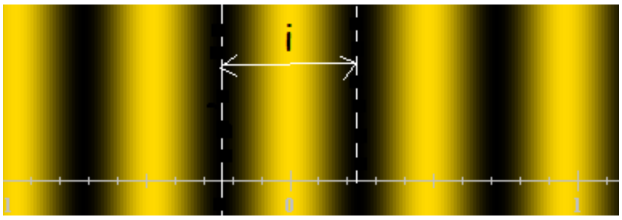


Schéma du dispositif vu de dessus

✐ *Commentaires:*

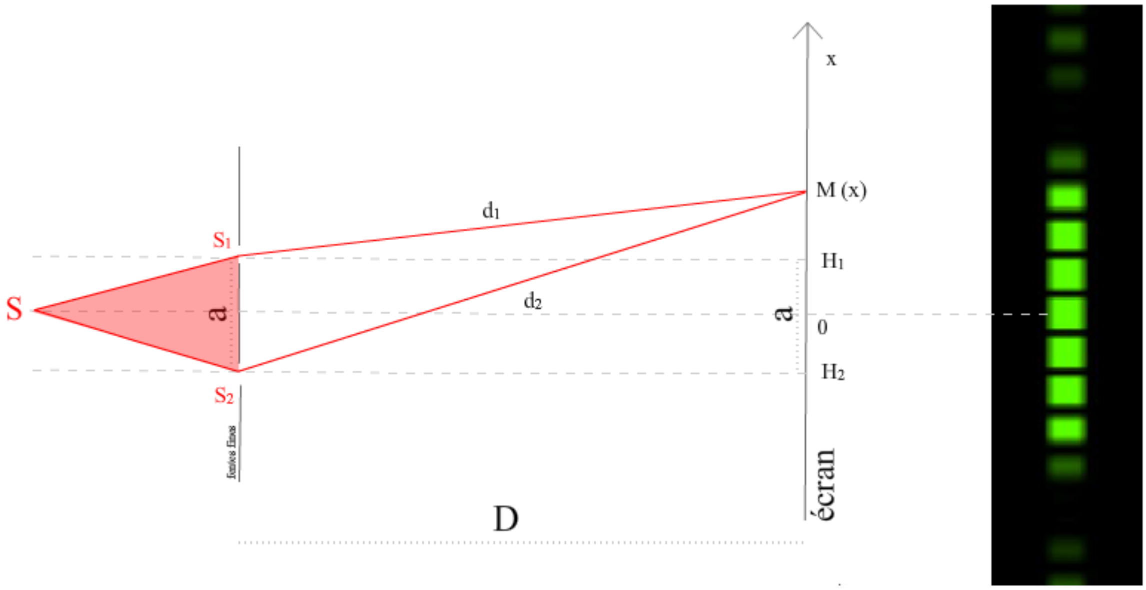
On observe sur l´écran que la tache centrale de diffraction est striée de bandes sombres.

2) L´interfrange



*- La distance séparant deux franges sombres ou deux franges brillantes consécutives est appelée « **interfrange** ». L'interfrange est noté i.*

Sur le schéma ci dessous, on représente deux rayons lumineux qui interfèrent en un point M d´abscisse x sur l´écran. La différence de marche entre ces deux rayons peut donc s´écrire: $\delta = d_2 - d_1$



✎ Montrez à l´aide des données et de la description du dispositif expérimental que si on considère la distance D très grande devant a, la différence de marche peut s´écrire:

$$\delta = d_2 - d_1 = \frac{a \times x}{D}$$

Indication: pour D suffisamment grand, on peut considérer que: $d_2 + d_1 \approx 2 \times D$

Etape 1: Exprimer les grandeurs d_2^2 et d_1^2 en fonction de D, a et x:

....

....

....

Etape 2: Exprimer la différence $d_2^2 - d_1^2$ et simplifier au maximum l´expression obtenue.

....

....

....

....

....

Etape 3: Factoriser $d_2^2 - d_1^2$ (identité remarquable)

....

....

Etape 4: En déduire l´expression de $d_2 - d_1$, en tenant compte de l´approximation.

....

....

....

✎ Montrez à l´aide de ce résultat que l´interfrange i peut écrire: $i = \frac{\lambda \times D}{a}$

....

....

....