Sommaire

Interférences 2
Caractéristiques d'une onde 2
Condition d'interférences 4
Déphase entre deux ondes 5
Interférences constructives 8
Interférences destructives 9
Interférences en lumière 10
Différence de marche 11
Franges d'interférences 14
Interfrange 16
Couleurs Interférentielles 19

Interférences

Caractéristiques d'une onde

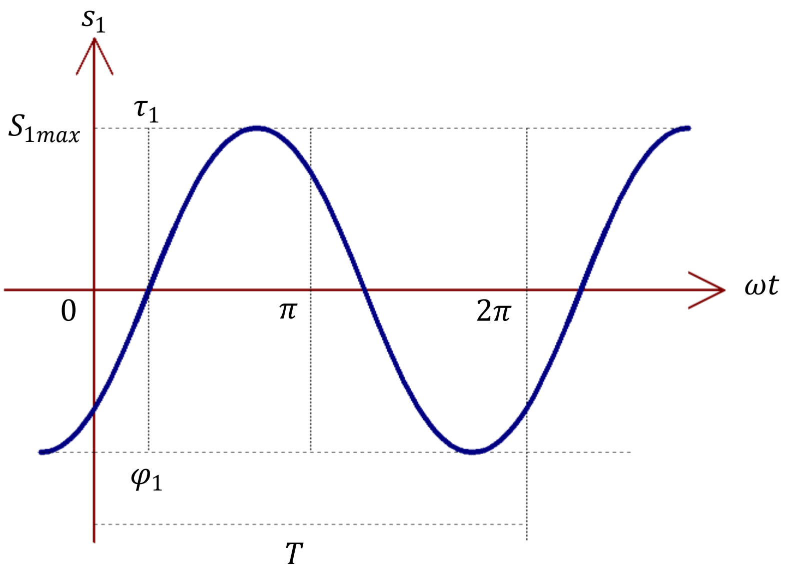
Données :

On considère une onde S1.

$s_1 = S_{1max} \sin(\omega t + \varphi_1)$

$s_1 \rightarrow onde$
$S_{1max} \rightarrow amplitude\ d'onde$
$\omega \rightarrow pulsation\ d'onde\ en\ (rad.s^{-1})$
$\varphi_1 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ en\ (rad)$

Visualisation :



Relation entre la pulsation et la fréquence :

$\omega = 2\pi f$

$\omega \rightarrow pulsation\ d'onde\ en\ (rad.s^{-1})$
$f \rightarrow fréquence\ d'onde\ en\ (Hz)$

Relation entre la fréquence et la période :

$f = \frac{1}{T}$

$f \rightarrow fréquence\ d'onde\ en\ (Hz)$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$

Relation entre la pulsation et la période :

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$\omega \rightarrow pulsation\ d'onde\ en\ (rad.s^{-1})$
$f \rightarrow fréquence\ d'onde\ en\ (Hz)$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$

Onde parfaite :

$$s_1 = S_{1max} \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$\varphi_1 = 0$$

$$s_1 = S_{1max} \sin(\omega t)$$

$s_1 \rightarrow onde$
$S_{1max} \rightarrow amplitude\ d'onde$
$\omega \rightarrow pulsation\ d'onde\ en\ (rad.s^{-1})$

Condition d'interférences

Données :

On considère la superposition de deux ondes S1 et S2 de même nature.

$s_1 = S_{1max} \sin(\omega_1 t + \varphi_1)$

$s_2 = S_{2max} \sin(\omega_2 t + \varphi_2)$

Conditions d'interférences :

Il y a Interférences si :

$$\begin{cases} S_1 \; et \; S_2 \; sont \; de \; mêmes \; natures \\ f_1 = f_2 \end{cases}$$

$$\omega_1 = 2\pi f_1 \rightarrow f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi}$$

$$\omega_2 = 2\pi f_2 \rightarrow f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi}$$

$$\frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{\omega_2}{2\pi}$$

$$\omega_1 = \omega_2$$

$\omega_1 \; et \; \omega_2 \rightarrow pulsations \; d'onde \; de \; S1 \; et \; S2 \; en \; (rad.s^{-1})$
$f_1 \; et \; f_2 \rightarrow fréquences \; d'onde \; de \; S1 \; et \; S2 \; en \; (Hz)$

Déphase entre deux ondes

Données :

On considère deux ondes S1 et S2 de même nature et de même fréquence.

$s_1 = S_{1max} \sin(\omega t + \varphi_1)$

$s_2 = S_{2max} \sin(\omega t + \varphi_2)$

Déphase angulaire entre deux ondes :

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

$\Delta\varphi \rightarrow déphasage\ angulaire\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (rad)$
$\varphi_1 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (rad)$
$\varphi_2 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (rad)$

Relation entre les déphasages angulaire et temporel :

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

$\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$

$$\begin{cases} \Delta\varphi \rightarrow \Delta\tau \\ 2\pi \rightarrow T \end{cases}$$

$$\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{\Delta\tau}{T}$$

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta\tau}{T}$$

$\Delta\varphi \rightarrow déphasage\ angulaire\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (rad)$
$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$
$\varphi_1 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (rad)$
$\varphi_2 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (rad)$
$\tau_1 \rightarrow retard\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (s)$
$\tau_2 \rightarrow retard\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (s)$

Ondes en phase :

S1 et S2 sont en phase si :

$$\Delta\varphi = 0$$

Et en général si :

$$\Delta\varphi = 2k\pi + 0$$

$$\Delta\varphi = 2k\pi$$

$\Delta\varphi \rightarrow déphasage\ angulaire\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (rad)$
$k \rightarrow nombre\ entier\ relatif$

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta\tau}{T}$$

$$2\pi\frac{\Delta\tau}{T} = 2\pi k$$

$$\Delta\tau = kT$$

$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$
$k \rightarrow nombre\ entier\ relatif$

Ondes en opposition de phase :

S1 et S2 sont en opposition de phase si :

$$\Delta\varphi = \pi$$

Et en général si :

$$\Delta\varphi = 2k\pi + \pi$$

$$\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$$

$\Delta\varphi \rightarrow déphasage\ angulaire\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (rad)$
$k \rightarrow nombre\ entier\ relatif$

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta\tau}{T}$$

$$2\pi\frac{\Delta\tau}{T} = (2k+1)\pi$$

$$\Delta\tau = \left(k+\frac{1}{2}\right)T$$

$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$
$k \rightarrow nombre\ entier\ relatif$

Onde en retard de phase :

S2 est en retard de phase sur S1 si :

$$\Delta\varphi < 0$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 < 0$$

$$\varphi_2 < \varphi_1$$

$\Delta\varphi \rightarrow déphasage\ angulaire\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (°)$
$\varphi_1 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (°)$
$\varphi_2 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (°)$

Onde en avance de phase :

S2 est en avance de phase sur S1 si :

$$\Delta\varphi > 0$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 > 0$$

$$\varphi_2 > \varphi_1$$

$\Delta\varphi \rightarrow déphasage\ angulaire\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (°)$
$\varphi_1 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (°)$
$\varphi_2 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (°)$

Interférences constructives

Données :

On considère la superposition de deux ondes S1 et S2 de même nature et de même fréquence.

$s_1 = S_{1max}\,\sin(\omega t + \varphi_1)$

$s_2 = S_{2max}\,\sin(\omega t + \varphi_2)$

Conditions d'interférences constructives :

Il y a interférences constructives si :

Les ondes S1 et S2 sont en phase.

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

$\Delta\varphi = 2k\pi$

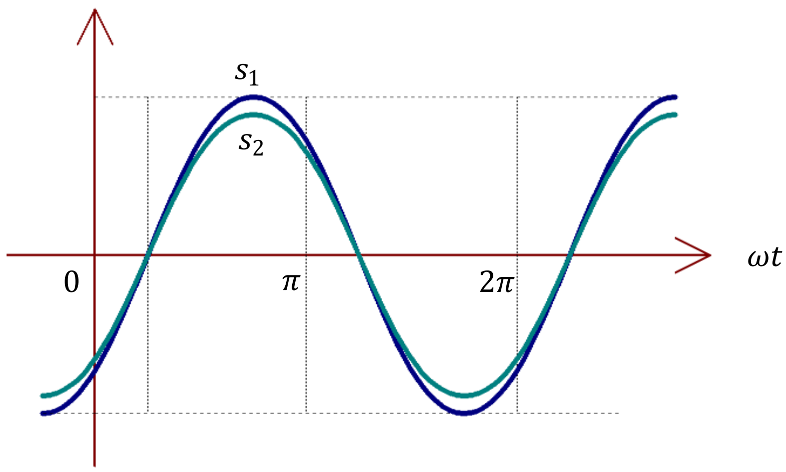
$\Delta\varphi \rightarrow déphasage\ angulaire\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (°)$
$\varphi_1 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (°)$
$\varphi_2 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (°)$

$\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$

$\Delta\tau = kT$

$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$\tau_1 \rightarrow retard\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (s)$
$\tau_2 \rightarrow retard\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (s)$

Visualisation :



Interférences destructives

Données :

On considère la superposition de deux ondes S1 et S2 de même nature et de même fréquence.

$s_1 = S_{1max} \sin(\omega t + \varphi_1)$

$s_2 = S_{2max} \sin(\omega t + \varphi_2)$

Conditions d'interférences destructives :

Il y a interférences destructives si :

Les ondes S1 et S2 sont en opposition de phase.

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

$\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$

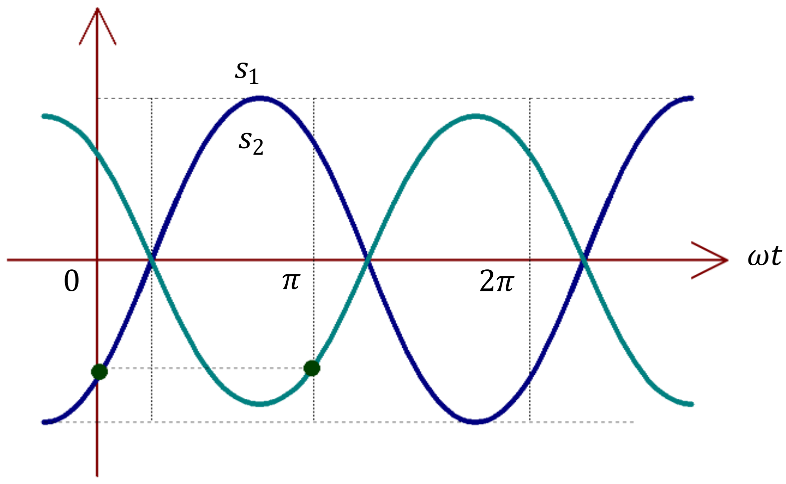
$\Delta\varphi \rightarrow déphasage\ angulaire\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (°)$
$\varphi_1 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (°)$
$\varphi_2 \rightarrow phase\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (°)$

$\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$

$\Delta\tau = \left(k + \frac{1}{2}\right)T$

$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$\tau_1 \rightarrow retard\ d'onde\ initiale\ de\ S1\ en\ (s)$
$\tau_2 \rightarrow retard\ d'onde\ initiale\ de\ S2\ en\ (s)$

Visualisation :



Interférences en lumière

Données :

On considère une source lumineuse S.

Construction d'interférences en lumière :

Le dispositif de mise en évidence d'interférences en lumière est constitué :

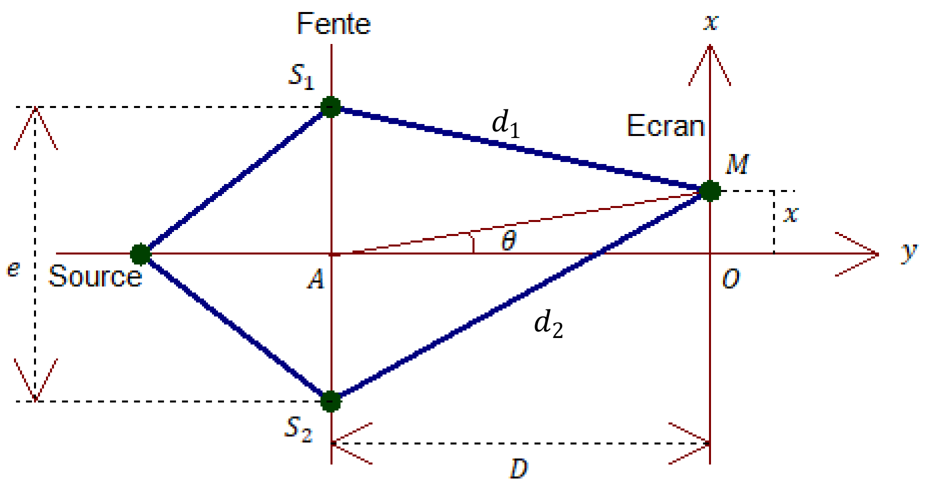
$$\begin{cases} Une\ source\ lumineuse \\ Une\ plaque\ avec\ deux\ fentes\ pour\ créer\ deux\ sources\ secondaires \\ Un\ écran\ pour\ afficher\ les\ interférences \end{cases}$$

Le but est de créer deux sources d'onde S1 et S2 de même nature et de même fréquence.

Exemple de dispositif :

Dispositif d'Young

Visualisation :



Différence de marche :

$\delta = d_2 - d_1$

$\delta \rightarrow différence\ de\ marche\ en\ (m)$
$d_1 \rightarrow distance\ entre\ la\ source\ S_1\ et\ le\ point\ M\ en\ (m)$
$d_2 \rightarrow distance\ entre\ la\ source\ S_2\ et\ le\ point\ M\ en\ (m)$

Différence de marche

Données :

On considère la superposition de deux ondes S1 et S2 de même nature et de même fréquence en un point M de l'espace.

$s_1 = S_{1max} \sin(\omega t + \varphi_1)$

$s_2 = S_{2max} \sin(\omega t + \varphi_2)$

Temps mis par l'onde S1 pour atteindre le point M :

$$v = \frac{d_1}{\tau_1}$$

$$\tau_1 = \frac{d_1}{v}$$

$v \rightarrow vitesse\ d'onde\ en\ (m.s^{-1})$
$d_1 \rightarrow distance\ entre\ la\ source\ S1\ et\ le\ point\ M\ en\ (m)$
$\tau_1 \rightarrow temps\ de\ parcours\ entre\ la\ source\ S1\ et\ le\ point\ M\ en\ (s)$

Temps mis par l'onde S2 pour atteindre le point M :

$$v = \frac{d_2}{\tau_2}$$

$$\tau_2 = \frac{d_2}{v}$$

$v \rightarrow vitesse\ d'onde\ en\ (m.s^{-1})$
$d_2 \rightarrow distance\ entre\ la\ source\ S2\ et\ le\ point\ M\ en\ (m)$
$\tau_2 \rightarrow temps\ de\ parcours\ entre\ la\ source\ S2\ et\ le\ point\ M\ en\ (s)$

Déphasage temporel entre les ondes S1 et S2 :

$$\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$$

$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$\tau_1 \rightarrow temps\ de\ parcours\ entre\ la\ source\ S1\ et\ le\ point\ M\ en\ (s)$
$\tau_2 \rightarrow temps\ de\ parcours\ entre\ la\ source\ S2\ et\ le\ point\ M\ en\ (s)$

Déphasage temporel pour des interférences constructives :

$\Delta\tau = kT$

$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$
$k \rightarrow nombre\ entier\ relatif$

Déphasage temporel pour des interférences destructives :

$\Delta\tau = \left(k + \frac{1}{2}\right)T$

$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$
$k \rightarrow nombre\ entier\ relatif$

Différence de marche :

$\delta = d_2 - d_1$

$\delta \rightarrow différence\ de\ marche\ en\ (m)$
$d_1 \rightarrow distance\ entre\ la\ source\ S_1\ et\ le\ point\ M\ en\ (m)$
$d_2 \rightarrow distance\ entre\ la\ source\ S_2\ et\ le\ point\ M\ en\ (m)$

$$v = \frac{d_1}{\tau_1} \rightarrow d_1 = v\tau_1$$

$$v = \frac{d_2}{\tau_2} \rightarrow d_2 = v\tau_2$$

$$\delta = v\tau_2 - v\tau_1$$

$$\delta = v(\tau_2 - \tau_1)$$

$\delta = v\Delta\tau$

$v \rightarrow vitesse\ d'onde\ en\ (m.s^{-1})$
$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$
$\tau_1 \rightarrow temps\ de\ parcours\ en\ (s)$
$\tau_2 \rightarrow temps\ de\ parcours\ en\ (s)$

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

$$\delta = \lambda \frac{\Delta\tau}{T}$$

$\lambda \rightarrow longueur\ d'onde\ en\ (m)$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$

Différence de marche pour des interférences constructives :

$$\delta = \lambda \frac{\Delta\tau}{T}$$

$$\Delta\tau = kT$$

$$\delta = k\lambda$$

$\delta \rightarrow différence\ de\ marche\ en\ (m)$
$\lambda \rightarrow longueur\ d'onde\ en\ (m)$
$k \rightarrow nombre\ d'entier\ relatif$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$
$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$

Différence de marche pour des interférences destructives :

$$\delta = \lambda \frac{\Delta\tau}{T}$$

$$\Delta\tau = \left(k + \frac{1}{2}\right)T$$

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$\delta \rightarrow différence\ de\ marche\ en\ (m)$
$\lambda \rightarrow longueur\ d'onde\ en\ (m)$
$k \rightarrow nombre\ d'entier\ relatif$
$T \rightarrow période\ d'onde\ en\ (s)$
$\Delta\tau \rightarrow déphasage\ temporel\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (s)$

Franges d'interférences

Données :

On considère la superposition de deux ondes S1 et S2 de même nature et de même fréquence.

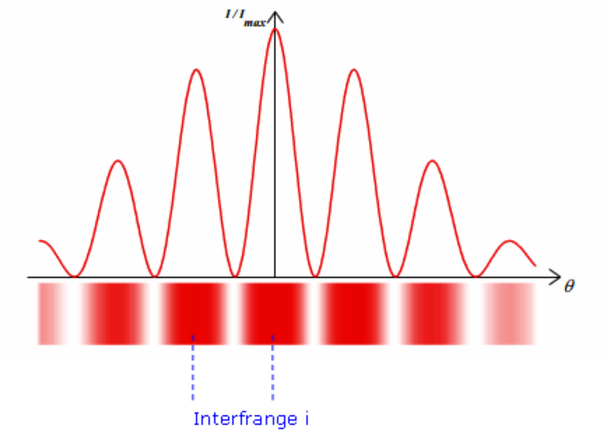
$$s_1 = S_{1max} \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$s_2 = S_{2max} \sin(\omega t + \varphi_2)$$

Composition :

Les franges d'interférences sont composées d'une alternance de franges sombres et de franges brillantes.

Visualisation :



Propriétés d'une frange brillante :

Au milieu d'une frange brillante :

Les interférences sont constructives.

$$\delta = k\lambda$$

$$\delta \rightarrow différence\ de\ marche\ en\ (m)$$
$$\lambda \rightarrow longueur\ d'onde\ en\ (m)$$
$$k \rightarrow nombre\ d'entier\ relatif$$

Propriétés d'une frange sombre :

Au milieu d'une frange sombre :

Les interférences sont destructives.

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$\delta \rightarrow différence\ de\ marche\ en\ (m)$
$\lambda \rightarrow longueur\ d^{'}onde\ en\ (m)$
$k \rightarrow nombre\ d^{'}entier\ relatif$

Interfrange

Données :

On considère la superposition de deux ondes S1 et S2 de même nature et de même fréquence.

$$s_1 = S_{1max} \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$s_2 = S_{2max} \sin(\omega t + \varphi_2)$$

Définition :

L'interfrange est la distance entre deux franges consécutives de mêmes natures.

Visualisation :

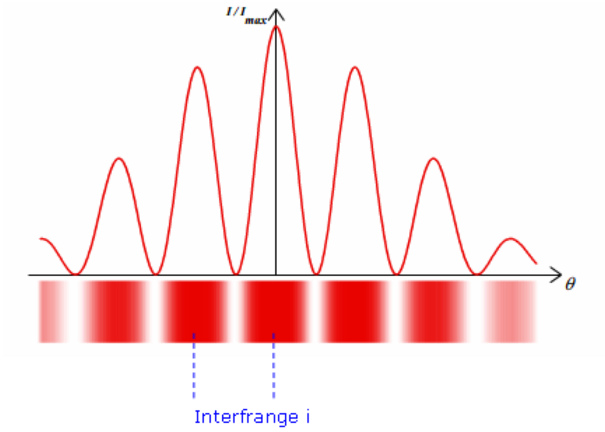
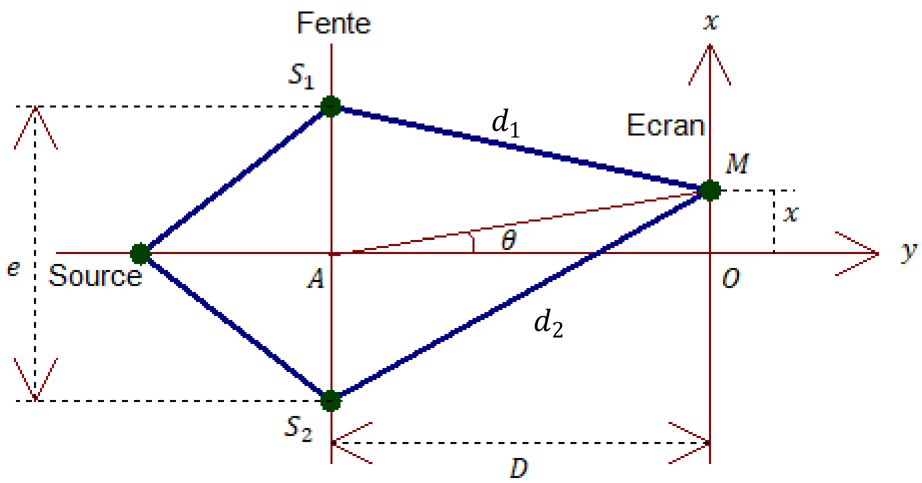


Schéma de calcul :



Coordonnées du point S1 :

$$S_1 \begin{pmatrix} \frac{e}{2} \\ -D \end{pmatrix}$$

$S_1 \to Source\ d'onde\ S1$
$e \to distance\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (m)$
$D \to distance\ entre\ la\ fente\ et\ l'écran\ en\ (m)$

Coordonnées du point S1 :

$$S_2 \begin{pmatrix} -\frac{e}{2} \\ -D \end{pmatrix}$$

$S_2 \to Source\ d'onde\ S2$
$e \to distance\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (m)$
$D \to distance\ entre\ la\ fente\ et\ l'écran\ en\ (m)$

Coordonnées du point M :

$$M \begin{pmatrix} x \\ 0 \end{pmatrix}$$

$M \to point\ M$
$x \to abscisse\ du\ point\ M\ en\ (m)$

Abscisse du point M :

$$\overrightarrow{S_1M} \begin{pmatrix} x - \frac{e}{2} \\ D \end{pmatrix}$$

$$\overrightarrow{S_2M} \begin{pmatrix} x + \frac{e}{2} \\ D \end{pmatrix}$$

$$S_1M^2 = \left(x - \frac{e}{2}\right)^2 + D^2 \to d_1^2 = \left(x - \frac{e}{2}\right)^2 + D^2$$

$$S_2M^2 = \left(x + \frac{e}{2}\right)^2 + D^2 \to d_2^2 = \left(x + \frac{e}{2}\right)^2 + D^2$$

$$d_2^2 - d_1^2 = \left(x + \frac{e}{2}\right)^2 - \left(x - \frac{e}{2}\right)^2$$

$$(d_2 - d_1)(d_1 + d_2) = \left(x + \frac{e}{2} - x + \frac{e}{2}\right)\left(x + \frac{e}{2} + x - \frac{e}{2}\right)$$

$$(d_2 - d_1)(d_1 + d_2) = (e)(2x)$$

$$d_1 + d_2 \approx 2D$$

$$\delta = d_2 - d_1$$

$$(\delta)(2D) = (e)(2x)$$

$$\delta = \frac{ex}{D}$$

$\delta \rightarrow différence\ de\ marche\ en\ (m)$
$x \rightarrow abscisse\ du\ point\ M\ en\ (m)$
$e \rightarrow distance\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (m)$
$D \rightarrow distance\ entre\ la\ fente\ et\ l'écran\ en\ (m)$

Frange brillante :

$$\delta = \frac{ex}{D}$$

$$\delta = k\lambda$$

$$\frac{ex}{D} = k\lambda$$

$$x = \frac{k\lambda D}{e}$$

$x \rightarrow abscisse\ du\ point\ M\ en\ (m)$
$e \rightarrow distance\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (m)$
$D \rightarrow distance\ entre\ la\ fente\ et\ l'écran\ en\ (m)$
$\lambda \rightarrow longueur\ d'onde\ en\ (m)$
$k \rightarrow nombre\ d'entier\ relatif$

Interfrange :

Distance en deux franges brillantes consécutives :

$$i = x_{k+1} - x_k$$

$$i = \frac{(k+1)\lambda D}{e} - \frac{k\lambda D}{e}$$

$$i = \frac{\lambda D}{e}$$

$i \rightarrow interfrange\ en\ (m)$
$e \rightarrow distance\ entre\ S1\ et\ S2\ en\ (m)$
$D \rightarrow distance\ entre\ la\ fente\ et\ l'écran\ en\ (m)$
$\lambda \rightarrow longueur\ d'onde\ en\ (m)$

Couleurs Interférentielles

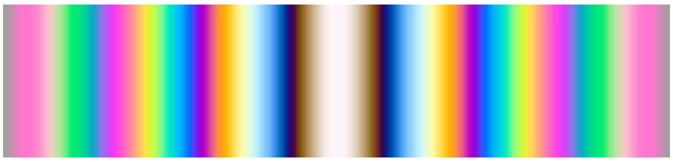
Données :

On considère les interférences crées par une source lumineuse polychromatique S.

Observations :

Les couleurs interférentielles sont observées lorsqu'on utilise une source de lumière blanche.

Visualisations :



Explications :

La lumière blanche émet plusieurs radiations de longueurs d'onde différentes, correspondant à des figures d'interférences différentes qui se superposent.
Toutes ces radiations arrivent en phase au centre de l'écran d'observation, ce qui crée une lumière blanche.

Variation de l'interfrange :

$$i = \frac{\lambda D}{e}$$

L'interfrange varie proportionnellement à la longueur d'onde.

Lumière polychromatique :

Une lumière polychromatique est une lumière qui émet plusieurs radiations de longueurs d'ondes différentes.

Exemple de lumière polychromatique :

La lumière blanche