

Fiche de cours – Introduction à l'optique ondulatoire

Ceci est un exemple minimal de fiche de cours concernant ce chapitre. Je vous encourage à vous en inspirer pour faire votre propre fiche (écrire votre fiche vous aidera à retenir), qui pourra être plus complète, plus personnelle, avec des schémas, des couleurs, des flèches...

► Modélisation de la lumière :

La lumière est modélisée comme une **onde**.

	OPPM (ex. des x croissants)	Pulsation ω Fréquence ν	Vecteur d'onde \vec{k} Longueur d'onde λ	Relation de dispersion	Lien entre vide et milieu d'indice n
Dans le vide	$s(M, t) = s_0 \cos(k_0 x - \omega t + \varphi_0)$	$\omega = 2\pi\nu$	$k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0}$	$\frac{\omega}{k_0} = c$	$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$ et
Dans un milieu d'indice optique n	$s(M, t) = s_0 \cos(kx - \omega t + \varphi_0)$	$\omega = 2\pi\nu$	$k = \frac{2\pi}{\lambda}$	$\frac{\omega}{k} = \frac{c}{n}$	$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi n}{\lambda_0}$

▷ En notation complexe : $\underline{s}(M, t) = s_0 e^{i(kx - \omega t + \varphi_0)}$.

► Chemin optique :

Entre un point A et un point B :

$$(AB) = \int_{A,C}^B n(M) dl$$

▷ Cas d'un milieu homogène (n uniforme) : $(AB) = n \times AB$.

Lien avec le déphasage :

$$\varphi(B, t) - \varphi(A, t) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (AB).$$

► Surfaces d'onde ou surfaces équiphasse :

Soit une source monochromatique ponctuelle S . On se place à t fixé.

Définition d'une surface d'onde ou équiphasse : surface continue où la phase $\varphi(M, t)$ est la même.

⇔

Ensemble des points M tels que le chemin optique (SM) parcouru le long des rayons lumineux est constant.

Propriétés :

- ▷ Le chemin optique entre deux surfaces d'onde est constant, quel que soit le rayon lumineux suivi.
- ▷ Le chemin optique entre deux points conjugués est le même quel que soit le rayon lumineux suivi.

► **Théorème de Malus :**

$$\boxed{\text{Rayons lumineux} \perp \text{Surfaces d'onde}}$$

► **Modèle des trains d'onde :**

Une source quasi-monochromatique émet une succession de trains d'onde.

▷ Pour chaque train d'onde :

- phase à l'origine φ_0 aléatoire ;
- amplitude s_0 ;
- fréquence ν_0 ;
- durée moyenne τ_c appelée **temps de cohérence**.

▷ Le spectre en fréquence de la source est centré en ν_0 et a une largeur $\Delta\nu$.

On a $\boxed{\tau_c \Delta\nu \simeq 1}$.

▷ Le spectre en longueur d'onde est centré en λ_0 et a une largeur $\Delta\lambda$.

On a $\boxed{\Delta\lambda = \frac{c\Delta\nu}{\nu^2}}$. (expression à savoir démontrer en écrivant $\lambda = \frac{c}{\nu}$ puis $d\lambda = c d\frac{1}{\nu} = \dots$)

Ordres de grandeurs :

▷ Visible : 400 - 800 nm, soit $\nu = \frac{c}{\lambda} \simeq 10^{15}$ Hz.

▷ Temps de cohérence d'un laser : 10^{-9} s, d'une lampe spectrale : 10^{-11} s.

► **Détecteurs de lumière :**

Les détecteurs de lumière (œil, photodiode, capteur CCD...) sont sensibles à l'intensité lumineuse

$$\boxed{I = k \times \langle s(M, t)^2 \rangle = k \times \frac{1}{T_{\text{int}}} \int_{t_0}^{t_0 + T_{\text{int}}} s(M, t)^2 dt}$$

avec T_{int} le temps d'intégration du capteur.

▷ Œil : $T_{\text{int}} \simeq 0.1$ s, photodiode : $T_{\text{int}} \simeq 10^{-5}$ s.

Retenir que

$$\boxed{T_{\text{int}} \gg \tau_c \gg \frac{1}{\nu_{\text{visible}}}}$$