

Optique ondulatoire

Aubin SIONVILLE

MPI Clemenceau - 2021-2023

Modèle scalaire de la lumière

On représente la lumière par une onde électromagnétique $\psi(r, t) = \psi_0 \cos(\omega t - \vec{k} \vec{r} - \phi_0)$

On se place dans le cas de l'onde quasi-plane et on ne prendra (sauf mention contraire) la variation de l'amplitude.

Formule d'onde lumineuse

$$a(M, t) = A \cos(\omega t - \varphi(M))$$

Surfaces d'onde

Une surface d'onde est une surface de phase constante

Chemin optique

$$(AB) \triangleq \int_A^B n(P) ds_P$$

où $n(P)$ est l'indice optique en P
et ds_P l'abscisse curviligne

Déphasage

$$\Delta\phi_{AB} \triangleq \varphi(B) - \varphi(A) = \frac{\omega}{c}(AB) = \frac{2\pi}{\lambda_0}(AB)$$
$$\varphi(B) = \varphi(A) + \frac{2\pi}{\lambda_0}(AB) = \varphi(A) + \frac{2\pi}{\lambda_0} \int_A^B n ds$$

Réflexions

Lors d'une réflexion d'un milieu d'indice n_1 vers un milieu plus réfringent d'indice $n_2 > n_1$,

$$\text{on ajoute } \begin{cases} \pi \text{ à la phase} \\ \frac{\lambda_0}{2} \text{ à la différence de marche} \end{cases}$$

Théorème de Malus

Après un nombre quelconque de réflexions et de réfractions, les rayons lumineux sont normaux aux surfaces d'onde

Intensité lumineuse

Puissance

La puissance transportée par une onde lumineuse est notée $p(M, t)$

$$p(M, t) \propto a^2(M, t)$$

On ne peut pas mesurer les oscillations de la lumière, trop rapides, on mesure alors une moyenne de puissance sur un temps donné. On a alors l'intensité $I(M, t) = K \langle a(M, t)^2 \rangle$ où K est une constante, que l'on choisit arbitrairement à 2.

Intensité

L'intensité lumineuse est notée $I(M, t)$

$$I(M, t) = 2 \langle a(M, t)^2 \rangle$$

Pour une onde monochromatique, $I(M, t) = A^2$