Partie IV : optique
Chapitre 1

Correction – TD – Introduction à l'optique ondulatoire

I Vrai-faux/qcm

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

Soit un milieu d'indice n. Quel est le lien entre vecteur d'onde k et longueur d'onde λ : $k = 2\pi/\lambda$.

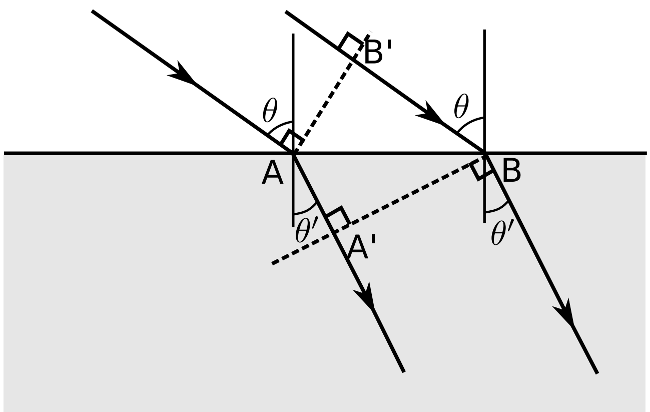
Et entre vecteur d'onde k et longueur d'onde dans le vide λ_0 : $k = 2\pi n/\lambda_0$.

2 - (V/F) Vrai.

3 - (V/F) Faux, elle est proportionnelle au carré de l'amplitude, donc à s_0^2.

IV Démonstration de la loi de Descartes pour la réfraction

1 –



2 – $\star$ Par définition, deux points sur une même surface d'onde ont la même phase. Donc ici on a $\varphi(A,t) = \varphi(B',t)$ et $\varphi(A',t) = \varphi(B,t)$.

On a donc $\varphi(A',t) - \varphi(A,t) = \varphi(B,t) - \varphi(B',t)$.

$\star$ On veut ensuite démontrer la loi de Descartes, c'est-à-dire la relation $n \sin\theta = n' \sin\theta'$.

On sait que $\varphi(A',t) - \varphi(A,t) = \dfrac{2\pi}{\lambda_0}(AA')$ et que $\varphi(B,t) - \varphi(B',t) = \dfrac{2\pi}{\lambda_0}(BB')$.

On a donc $(AA') = (B'B)$, et donc $n\,AA' = n'\,B'B$.

Or $\sin\theta' = \dfrac{AA'}{AB}$ et $\sin\theta = \dfrac{B'B}{AB}$.

On a donc $n'\,AB\,\sin\theta' = n\,AB\,\sin\theta$, soit $\boxed{n'\,\sin\theta' = n\,\sin\theta.}$

VI Autour du modèle des trains d'onde

1 - **a -** Pour le laser $\tau_c \simeq 10^{-9}\,\mathrm{s}$, pour la lampe spectrale $\tau_c \simeq 10^{-11}\,\mathrm{s}$.

b - ⋆ On a la relation $\tau_c \times \Delta\nu \simeq 1$, donc $\Delta\nu \simeq 1/\tau_c \simeq 10^{11}\,\mathrm{Hz}$.

⋆ On utilise ensuite la relation $\lambda = \dfrac{c}{\nu}$, donc $\Delta\lambda = \dfrac{c\Delta\nu}{\nu^2}$ (signe moins normalement, mais on prend la valeur absolue).

Pour l'application numérique il faut la valeur de ν. On sait que dans le visible, son ordre de grandeur est $\nu = 10^{15}\,\mathrm{Hz}$.

On a de plus $c = 3.0 \times 10^8\,\mathrm{m/s}$.

On trouve alors $\Delta\lambda = 3 \times 10^{-11}\,\mathrm{m} = 3 \times 10^{-2}\,\mathrm{nm}$.

⋆ Enfin, $l_c = c \times \tau_c = 3\,\mathrm{mm}$.

2 - **a -** Si on suppose que la source émet essentiellement dans le visible, alors elle émet de façon significative entre 400 nm et 800 nm. Sa largeur spectrale est donc $\Delta\lambda \simeq 500\,\mathrm{nm}$.

b - On en déduite $\Delta\nu = \Delta\lambda\,\nu^2/c \simeq 10^{15}\,\mathrm{Hz}$, puis $\tau_c = 1/\Delta\nu = 10^{-15}\,\mathrm{s}$, et enfin $l_c = c \times \tau_c = 3 \times 10^{-4}\,\mathrm{mm}$.

Source	Temps de cohérence τ_c	Largeur spectrale $\Delta\nu$	Largeur spectrale $\Delta\lambda$	Longueur train d'onde l_c
Laser (TP)	$10^{-9}\,\mathrm{s}$	$10^{9}\,\mathrm{Hz}$	$3 \times 10^{-4}\,\mathrm{nm}$	30 cm
Lampe spectrale	$10^{-11}\,\mathrm{s}$	$10^{11}\,\mathrm{Hz}$	$3 \times 10^{-2}\,\mathrm{nm}$	3 mm
Lumière blanche	$10^{-15}\,\mathrm{s}$	$10^{15}\,\mathrm{Hz}$	500 nm	$3 \times 10^{-4}\,\mathrm{mm}$