

TD – Introduction à l'optique ondulatoire

Remarque : exercice avec \star : exercice particulièrement important, à maîtriser en priorité (de même que les exemples de questions de cours des “ce qu’il faut savoir faire”) | $[\bullet \circ \circ]$: difficulté des exercices

I Vrai-faux/qcm

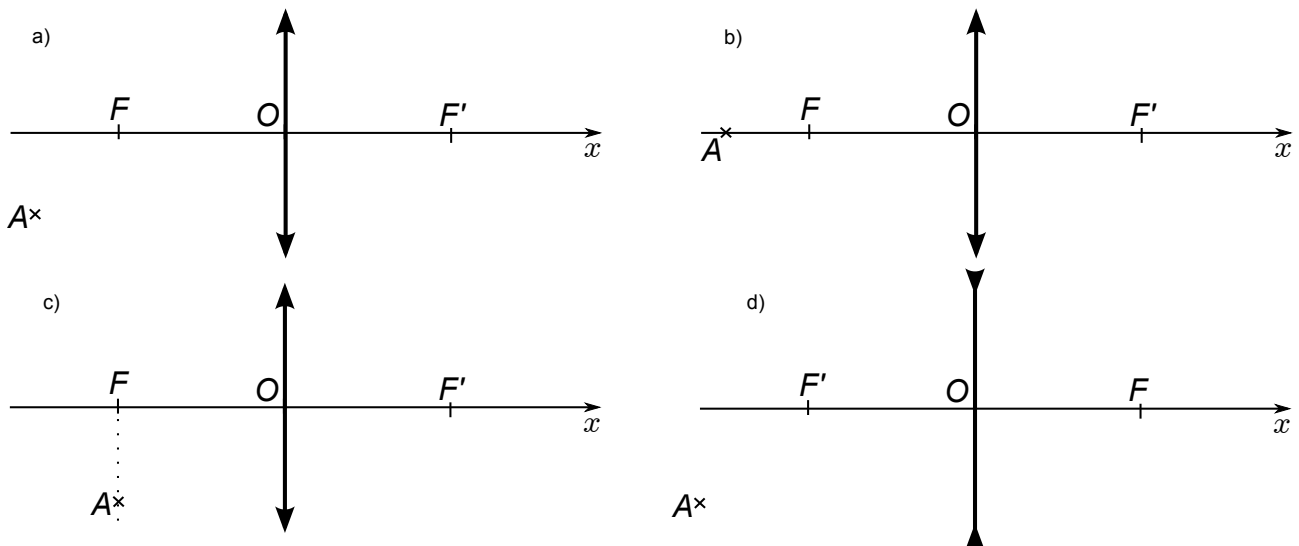
\star | $[\bullet \circ \circ]$

- 1 - Choisir la bonne formule : $\varphi(B, t) = \varphi(A, t) + \frac{2\pi}{\lambda_0}(AB)$; $\varphi(B, t) = \varphi(A, t) + \frac{2\pi}{\lambda}(AB)$.
Soit un milieu d'indice n . Quel est le lien entre vecteur d'onde k et longueur d'onde λ , et entre vecteur d'onde k et longueur d'onde dans le vide λ_0 ?
- 2 - (V/F) Dans des conditions de stigmatisme, deux points sont conjugués si et seulement si le chemin optique entre ces deux points ne dépend pas du rayon lumineux suivi.
- 3 - (V/F) L'intensité lumineuse est proportionnelle à l'amplitude s_0 de l'onde.

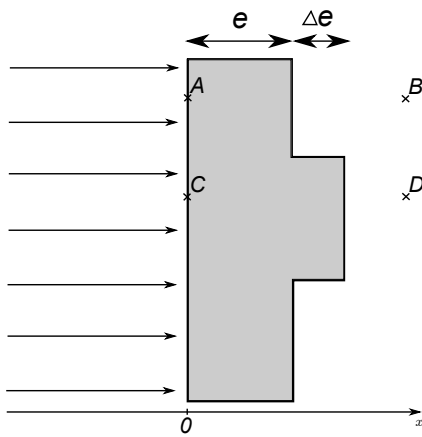
II Révisions d'optique géométrique

\star | $[\bullet \circ \circ]$

- 1 - Rappeler ce que signifie “stigmatisme approché”.
- 2 - Rappeler ce que sont les conditions de Gauss et ce qu'elles permettent.
- 3 - Sur chacun des exemples ci-dessous, construire la position du point A' image de A . Tracer ensuite l'allure des surfaces d'onde, en supposant que le point A agit comme une source ponctuelle monochromatique.



III Calcul de chemin optique, construction de surfaces d'onde ★ | [●○○]

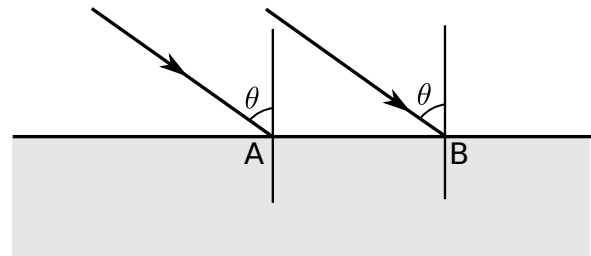


On considère une onde plane qui arrive en incidence normale sur une lame de verre d'indice optique n et d'épaisseur e . La lame présente un défaut d'épaisseur Δe .

- 1 - Sur le schéma, tracer l'allure des rayons lumineux et des surfaces d'onde avant, dans, et après la lame.
- 2 - Donner l'expression de la différence de phase entre A et B, puis entre C et D.

IV Démonstration de la loi de Descartes pour la réfraction [●○○]

Une onde plane arrive sous un angle d'incidence θ sur un dioptre plan séparant deux milieux d'indices n et n' . On suppose que l'onde transmise est plane également, et se propage dans la direction θ' .



- 1 - Représenter les rayons transmis, ainsi que des surfaces d'onde dans chacun des milieux. On prendra par exemple $n' > n$.
- 2 - On note A' le point d'intersection de la surface d'onde passant par B avec le rayon de gauche, et B' le point d'intersection de la surface d'onde passant par A avec le rayon de droite.
Que dire des différences de phase $\varphi(A', t) - \varphi(A, t)$ et $\varphi(B, t) - \varphi(B', t)$?
Que dire des chemins optiques (AA') et $(B'B)$?
En déduire une démonstration de la loi de Descartes pour la réfraction.

V Action d'une lentille sur des surfaces d'onde ★ | [●○○]

- 1 - Quel dispositif optique permet de transformer une onde sphérique divergente en une onde plane? On fera un schéma sur lequel apparaissent les rayons lumineux et les surfaces d'onde.
- 2 - Même question pour transformer une onde plane en une onde sphérique convergente.
- 3 - Même question pour transformer une onde plane en une onde sphérique divergente.
- 4 - Même question pour transformer une onde sphérique divergente en une onde sphérique convergente.

VI Autour du modèle des trains d'onde

★ | [● ○ ○]

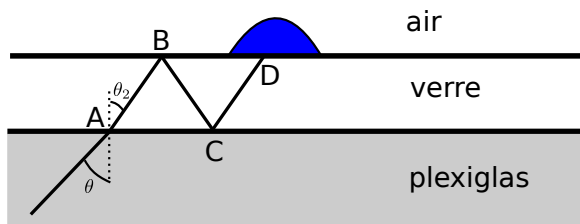
- 1 - a - Dans le tableau ci-dessous, rappeler l'ordre de grandeur du temps de cohérence τ_c pour le laser et la lampe spectrale.
 - b - En déduire les valeurs des autres colonnes concernant la lampe spectrale.
- 2 - a - Comment estimer simplement la largeur spectrale $\Delta\lambda$ d'une source de lumière blanche ?
 - b - En déduire les valeurs des autres colonnes pour cette source.

Source	Temps de cohérence τ_c	Largeur spectrale		Longueur train d'onde l_c
		$\Delta\nu$	$\Delta\lambda$	
Laser (TP)		10^9 Hz	3×10^{-4} nm	30 cm
Lampe spectrale				
Lumière blanche				

VII Révisions d'optique géométrique : détecteur de pluie sur un pare-brise

[● ○ ○]

On étudie ici le fonctionnement d'un détecteur de pluie installé sur une automobile. Ce dispositif commande la mise en route des essuies-glace, et doit donc être capable de détecter la présence de gouttes d'eau sur le pare-brise.



Depuis l'intérieur du véhicule, une diode électroluminescente projette un faisceau lumineux d'abord dans du plexiglas d'indice optique $n_p = 1.50$, sous un angle d'incidence $\theta = 50.0^\circ$.

Puis ce faisceau passe dans le verre du pare-brise, d'indice $n_v = 1.55$, et poursuit son parcours comme indiqué sur le schéma.

L'indice de l'eau est pris égal à $n_e = 1.33$, et celui de l'air égal à 1.00.

- 1 - Calculer l'angle de réfraction θ_2 .
- 2 - Pourquoi peut-il y avoir réflexion totale au point B? Est-ce le cas ici ?
Conclure sur le parcours du rayon lumineux en l'absence de pluie.
- 3 - On considère maintenant le cas où il y a de la pluie sur le pare-brise. Au point D, y-a-t'il réflexion totale ?
- 4 - Conclure sur l'intensité du rayon lumineux qui se propage dans le pare-brise en l'absence de pluie ou en présence de pluie.