

## ■ APPLICATIONS DE COURS

### Exercice 1. Expression de la largeur en longueur d'onde 2 | 2

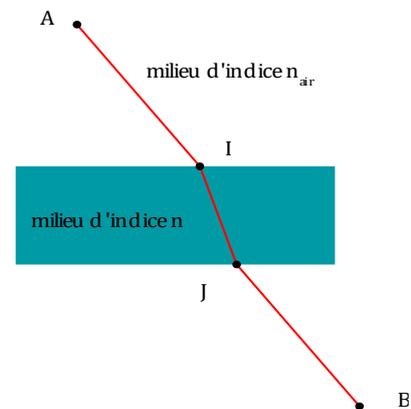
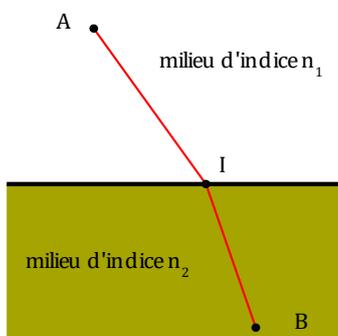
Exprimer la largeur en longueur d'onde  $\Delta\lambda$  en fonction la largeur en fréquence  $\Delta\nu$  puis du temps de cohérence  $\tau_c$ .

### Exercice 2. Largeur d'une raie spectrale et temps de cohérence 1 | 1

La raie verte du mercure a une longueur d'onde  $\lambda = 546 \text{ nm}$  et une largeur  $\Delta\lambda = 2.10^{-2} \text{ nm}$  dans une lampe haute pression. Déterminer son temps de cohérence. En déduire le nombre de périodes que compte un train d'onde.

### Exercice 3. Retard dû à la propagation 1 | 1

- 1 - Calculer le retard à la propagation lié à la traversée d'un milieu homogène d'indice  $n$ .
- 2 - Calculer ce retard dans le cas du passage de A à B avec traversée en I de l'interface entre deux milieux d'indices  $n_1$  et  $n_2$  (voir schéma de gauche ci-dessous)



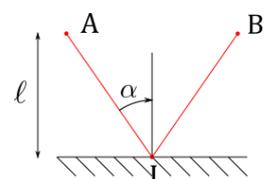
- 3 - Calculer ce retard dans le cas dans le cas de la traversée de A à B d'une lame de verre d'indice  $n$  (voir schéma de droite ci-dessus).
- 4 - Montrer sur ces exemples que les chemins optiques associés sont proportionnels à la durée de propagation de la lumière.
- 5 - Généraliser ce résultat en démontrant que le chemin optique d'un point A à un point B est proportionnel à la durée de propagation de la lumière de A à B ;  $(AB) = c\Delta t$

### Exercice 4. Chemin optique et déphasage IMPORTANT | 1 | 1

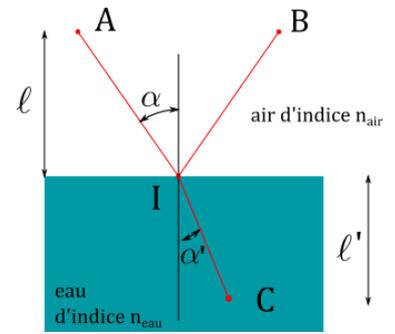
- 1 - Dans le cas d'une onde sphérique se propageant dans un milieu d'indice  $n$ , exprimer la phase en un point  $M$  quelconque en fonction du chemin optique parcouru depuis le point source  $S$ .
- 2 - On note l'amplitude de la vibration  $a(M, t) = A \cdot \cos(\omega t - \varphi(M))$ . Montrer que le déphasage de l'onde entre deux points A à B se trouvant sur le même rayon lumineux est proportionnel au chemin optique  $(AB)$

### Exercice 5. Déphasage et chemin optique IMPORTANT | 1 | 1

- 1 - Dans le cas d'une réflexion totale avec un angle d'incidence  $\alpha$ , déterminer le chemin optique puis le déphasage entre A et B en fonction de  $\ell$ ,  $\alpha$  et de l'indice de l'air  $n_{air}$  (voir schéma ci-contre).

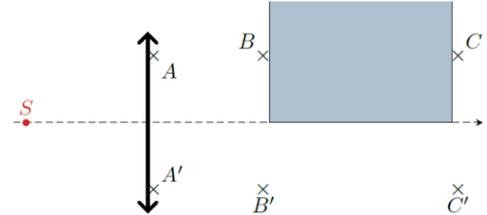


- 2 - Montrer qu'ajouter  $\pi$  à un déphasage correspond à un ajout de  $\frac{\lambda_0}{2}$  au chemin optique.
- 3 - Dans le cas général d'un rayon incident partiellement transmis et partiellement réfléchi selon le schéma ci-contre, déterminer le chemin optique puis le déphasage entre A et B, puis entre A et C, en fonction des indices  $n_{air}$ ,  $n_{eau}$ ,  $\ell$ ,  $\alpha$ ,  $\ell'$  et  $\alpha'$ .



**Exercice 6. Phases et propagation** 1 | 1

Un point source  $S$  est placé au foyer objet d'une lentille convergente. Une lame d'indice  $n$  et d'épaisseur  $e$  est placée à une distance  $d$  de la lentille et recouvre la moitié du faisceau. On prendra l'indice de l'air égal à 1.



1 - Tracer quelques rayons lumineux et quelques surfaces d'onde dans le dispositif.

2 - On prend comme référence de phase  $\phi(A) = 0$ . Déterminer la phase au niveau des autres points de la figure.

**EXERCICES**

**Exercice 7. Action d'une lentille sur les surfaces d'ondes** 1 | 0

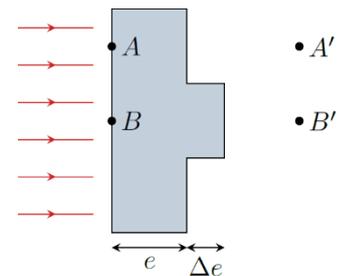
Pour toutes les questions suivantes, indiquer quel type de lentille utiliser, et le cas échéant où se trouve le centre de l'onde sphérique. Tracer un schéma sur lequel apparaissent les rayons lumineux et les surfaces d'onde.

- 1 - Comment transformer une onde sphérique divergente en une onde plane ?
- 2 - Une onde plane en une onde sphérique convergente ?
- 3 - Une onde sphérique divergente en une onde sphérique convergente ?
- 4 - Une onde plane en une onde sphérique divergente ?

**Exercice 8. Défaut sur une lame** 1 | 0

Une onde plane arrive en incidence normale sur une lame d'indice  $n$  et d'épaisseur  $e$ . La lame présente un défaut d'épaisseur  $\Delta e$ .

- 1 - Tracer l'allure des rayons lumineux et des surfaces d'onde avant, dans et après la lame.
- 2 - Exprimer le déphasage entre  $A$  et  $A'$ , et entre  $B$  et  $B'$  en fonction de  $e$ ,  $\Delta e$  et  $x = AA' = BB'$  (longueur géométrique).

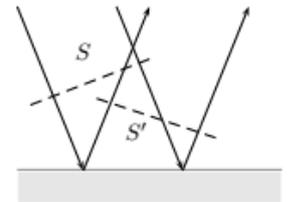


**Exercice 9. Démonstration ondulatoire de loi de la réfraction** 2 | 2

Une onde plane arrive avec une incidence  $\theta$  sur un dioptre plan séparant deux milieux d'indices  $n$  et  $n'$ . L'onde transmise est plane également et réfractée selon un angle  $\theta'$ . On suppose  $n' > n$ .

- 1 - Faire un schéma représentant deux rayons incidents, les rayons réfractés associés, et des surfaces d'onde dans chacun des milieux. On note  $I_1$  et  $I_2$  les points d'incidence des rayons sur le dioptre.
- 2 - On note  $M_2$  le point d'intersection de la surface d'onde passant par  $I_1$  avec le rayon 2, et  $M_1$  le point d'intersection de la surface d'onde passant par  $I_2$  avec le rayon 1. Que dire des chemins optiques  $(I_1M_1)$  et  $(I_2M_2)$  ?
- 3 - En déduire la loi de Snell-Descartes pour la réfraction.

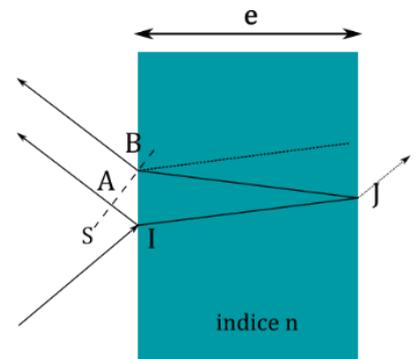
**Exercice 10. Chemin optique : réflexion et réfraction**



1- On considère un ensemble de deux rayons parallèles arrivant sur un miroir plan avec une incidence non nulle. La surface  $S$  est une surface d'onde.

La surface  $S'$  est-elle ou non une surface d'onde ?

2- Un rayon lumineux arrive sur une lame de verre à faces parallèles d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n$ . Il se forme un rayon réfléchi et un rayon est transmis dans le verre. Ce dernier donne naissance à son tour sur la face de sortie de la lame à une réfraction et une réflexion. On s'intéresse au rayon réfléchi qui va à son tour, en revenant sur la face d'entrée effectuer une réflexion et une réfraction.



Les points  $A$  et  $B$  appartiennent à un même plan perpendiculaire aux deux rayons lumineux obtenus par réflexion, sont-ils ou non en phase ?  $S'$  est-elle ou non une surface d'onde ?

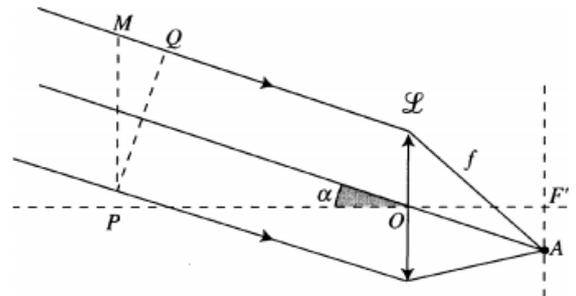
Si non, calculer leur différence de marche. On rappelle que la réflexion d'un rayon lumineux sur un dioptré limitant deux milieux de d'indices  $1 \rightarrow n$  entraîne un déphasage de  $\pi$  alors que la réflexion de  $n \rightarrow 1$  n'entraîne pas de déphasage. On notera  $r$  l'angle de réfraction dans la lame.

**Exercice 11. Principe du retour inverse et lentille**



On considère une lentille mince convergente plongée dans de l'air d'indice  $n_{air} \sim 1$  et deux rayons parallèles comme indiqué sur la figure ci- contre.

Calculer la différence de chemin optique  $(MA) - (PA)$  en fonction de  $a = PM$  et de l'angle  $\alpha$ .



**Exercice 12. Différence de marche introduite par une lame à faces parallèles**



On interpose sur le trajet d'un rayon lumineux, une lame à faces parallèles d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n$ . L'inclinaison du rayon sur la lame est noté  $i$  (angle par forcément petit).

1. Calculer rigoureusement la variation  $\delta$  de la différence de marche introduite par les réfractons dans la lame sur le trajet rectiligne dans l'air en fonction de  $n, i$  et  $e$ .

2. Que retrouve-t-on pour  $i = 0$  ?

3. Donner une expression approchée pour  $i$  faible.

