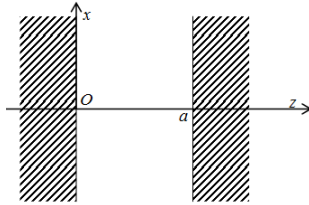


1) Qu'est-ce qu'un conducteur parfait ?

On dispose dans le vide deux plans *parfaitement* conducteurs, parallèles, d'équations respectives  $z = 0$  et  $z = a$ . On se propose d'étudier une onde électromagnétique plane entre ces deux plans représentés par le champ électrique suivant :



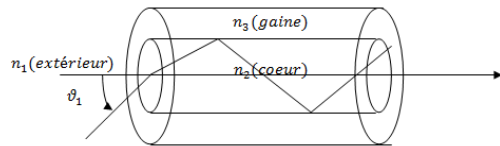
$$\vec{E}(z, t) = E_0(z) \cos(\omega t) \vec{u}_x$$

2) Donner l'équation de propagation de ce champ entre les deux conducteurs.

3) Que valent  $E(0, t)$  et  $E(a, t)$  ?

4) Obtenir une expression de  $E_0(z)$  et en déduire que seules quelques longueurs d'onde peuvent s'établir dans cette cavité.

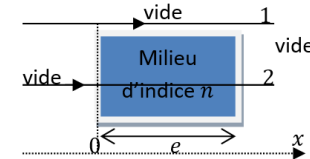
On considère une fibre optique à saut d'indice :



L'extérieur est d'indice  $n_1$ , le cœur de la fibre est d'indice  $n_2$  et la gaine d'indice  $n_3 < n_2$  ce qui permet une réflexion totale à l'interface gaine-cœur

5) Montrer, en appliquant deux fois la loi de la réfraction, que l'expression de l'angle limite  $\theta_{1,l}$  à ne pas dépasser afin d'assurer la propagation du rayon lumineux dans la fibre vérifie :  $\sin \theta_{1,l} = \frac{\sqrt{n_2^2 - n_3^2}}{n_1}$

6) On considère deux vibrations lumineuses, notées 1 et 2, en phase en  $x = 0$  et se propageant dans la direction  $Ox$ . Donner l'expression de la différence de marche  $\delta$  entre ces deux rayons en  $x = e$  sachant que seul le rayon 2 traverse un milieu d'indice  $n$  sur une distance  $e$  et que l'espace environnant est assimilé à du vide.

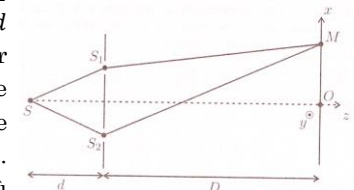


7) On considère une vibration lumineuse de pulsation  $\omega$ , de longueur d'onde dans le vide  $\lambda_0$ , émise en  $O$  dans un milieu homogène d'indice  $n$  et décrite en  $M$  par :  $a(M, t) = A \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda_0} n OM)$ . On note  $c$  la célérité de la lumière dans le vide.

i) A quelle vitesse  $v$  se propage cette onde ?

ii) Exprimer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde dans ce milieu d'indice  $n$ .

On considère deux trous sources  $S_1$  et  $S_2$  identiques, distants de  $a$ . Les distances  $D$  et  $d$  sont très grandes devant  $a$ . L'indice de l'air vaut 1. La source de lumière de longueur d'onde dans le vide  $\lambda_0$  est placée en  $S$  (source ponctuelle parfaitement monochromatique). Soit  $M(x, y, 0)$  un point quelconque de l'écran où sont observées les interférences et tel que  $x \ll D$  et  $y \ll D$ .



8) Exprimer la différence de marche  $\delta(x)$  entre les deux rayons issus des deux trous sources  $S_2$  et  $S_1$ .

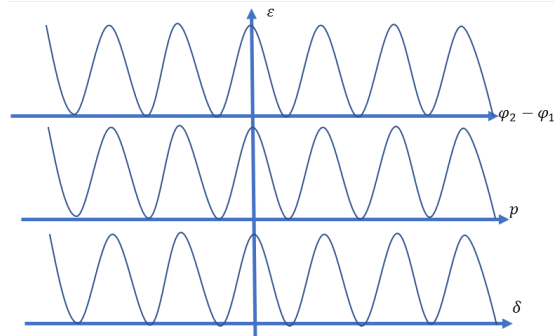
9) **Démontrer** la formule des interférences à deux ondes donnant l'expression de l'éclairement  $\varepsilon(M)$  (appelée relation de Fresnel). Les vibrations lumineuses passant par  $S_1$  et  $S_2$  sont cohérentes entre elles et parfaitement décrites par le modèle des OPPH

10) **Obtenir** l'expression l'interfrange  $i$  en fonction de  $\lambda_0, D$  et  $a$  ?

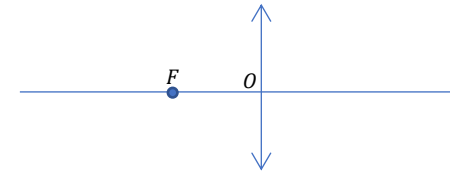
On considère deux ondes cohérentes  $a_1$  et  $a_2$  (de même pulsation  $\omega$ , de longueur d'onde  $\lambda_0$  dans le vide et de même phase à l'origine) décrite par le modèle de la vibration lumineuse et émise respectivement en  $S_1$  et  $S_2$  :

$$\begin{cases} a_1(M, t) = A_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda_0}(S_1M)\right) = A_0 \cos(\varphi_1) \\ a_2(M, t) = A_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda_0}(S_2M)\right) = A_0 \cos(\varphi_2) \end{cases}$$

11) On note  $p$  l'ordre d'interférence et  $\delta$  la différence de marche. Reporter les valeurs en abscisse pour lesquelles on observe les situations d'interférence constructives et destructives.



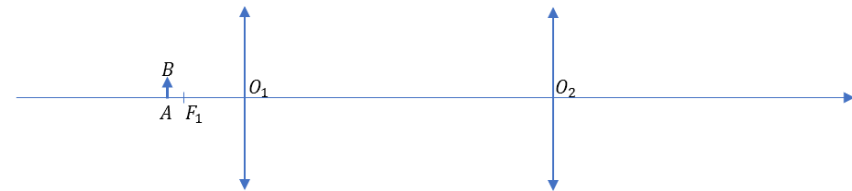
12) Dessiner l'image d'un objet placé dans le plan focale objet d'une loupe (lentille convergente). On note  $f'$  la distance focale.



13) On définit le grossissement  $G$  par le rapport  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  où  $\alpha'$  est l'angle sous lequel est vue l'image avec la loupe et  $\alpha$  est l'angle sous lequel est vu l'objet sans la loupe depuis le punctum proximum  $d_m$ . Donner l'expression de  $G$

Un microscope peut être considéré comme un système de deux lentilles minces convergentes :

- l'objectif très convergent, de centre  $O_1$ , de distance focale  $f'_1 = \overline{O_1F'_1}$  ;
- l'oculaire, de centre  $O_2$ , de distance focale  $f'_2$



- 14) Construire l'image  $A_iB_i$  de l'objet  $AB$  à travers l'objectif.
- 15) Placer le foyer principal objet de l'oculaire de manière à obtenir une image finale à l'infini à travers l'oculaire.
- 16) On définit le grossissement  $G$  commercial du microscope par le rapport  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  où  $\alpha'$  est l'angle sous lequel est vu l'image avec le microscope et  $\alpha$  est l'angle sous lequel est vu l'objet sans microscope depuis le punctum proximum  $d_m$ . Donner l'expression de  $G$  en fonction du grandissement  $\gamma_{obj}$  de l'objectif,  $d_m$  et  $f'_2$