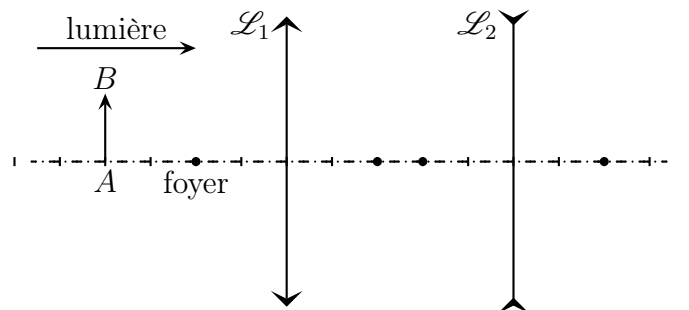


TROUVER LA BONNE LENTILLE

Déterminer quelle lentille utiliser et dans quelles conditions pour obtenir :

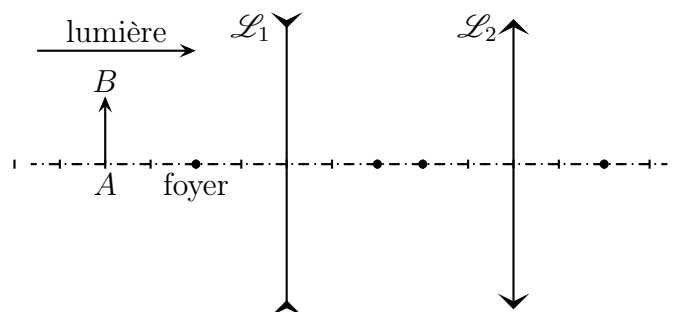
1. une image réelle de grandissement $\gamma = +3$.
2. une image de grandissement $\gamma = -3$ à partir d'un objet réel.
3. une image du même côté du miroir que l'objet et de grandissement $|\gamma| = 3$.

CONSTRUCTION AVEC LENTILLES NON ACOUPLÉES (v1)



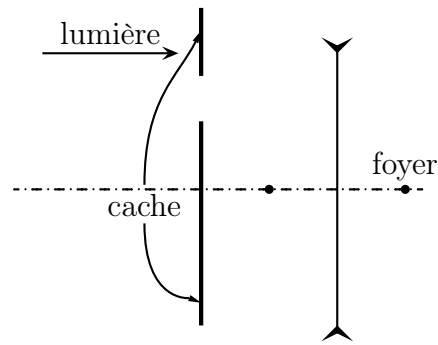
Construire l'image de AB par \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 .

CONSTRUCTION AVEC LENTILLES NON ACOUPLÉES (v2)



Construire l'image de AB par \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 .

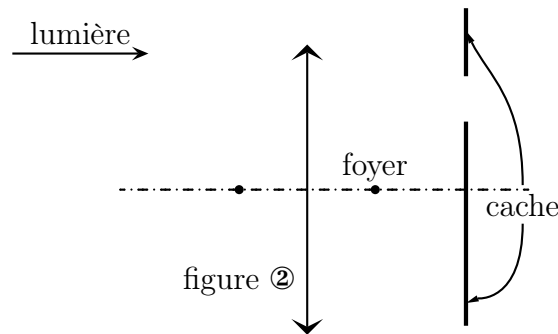
CHAMP VISUEL À TRAVERS UNE LENTILLE DIAPHRAGMÉE EN ENTRÉE



Un diaphragme limite le faisceau de lumière incident sur le système optique.

Où faut-il placer son œil pour espérer voir quelque chose et quelle est la zone de l'espace visible ?

CHAMP VISUEL À TRAVERS UNE LENTILLE DIAPHRAGMÉE EN SORTIE



Un diaphragme limite le faisceau de lumière émergent d'un système optique.

Où faut-il placer son œil pour espérer voir quelque chose et quelle est la zone de l'espace visible ?

GRANDISSEMENT LONGITUDINAL

On considère un objet AB et une lentille convergente de centre O et de distance focale image f' tels que $|OA| > f'$.

1. Faire un schéma pour $OA \simeq 3f'$.
2. Déterminer l'expression du grandissement transversal $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$ en fonction de OA et f' .
Faire l'application numérique pour $OA = 2f'$, $OA = 3f'$, $OA = 4f'$.
3. On considère deux points objets A_1 et A_2 très proches sur l'axe optique ($A_1A_2 \ll f'$).
Déterminer l'expression du grandissement longitudinal $\gamma_e = \frac{A'_1A'_2}{A_1A_2} = \frac{dOA'}{dOA}$.

Où γ_e est-il maximal ?

RÉTROPROJECTEUR

On projette un transparent sur un écran grâce à un rétroprojecteur. L'image est nette. On cherche à agrandir l'image. Pour cela on éloigne l'écran du rétroprojecteur.

Faut-il rapprocher la lentille de l'objet ou l'en éloigner pour rendre l'image nette à nouveau ? On modélisera le rétroprojecteur par une lentille mince.

SENS DE DÉPLACEMENT D'UNE IMAGE PAR RAPPORT À L'OBJET

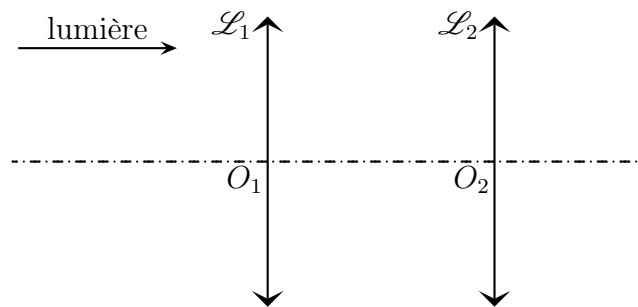
On considère un objet réel AB et une lentille convergente de distance focale image f' et de centre O . On se place dans le cas où $OA \gtrsim f'$ et on éloigne l'objet de la lentille.

L'image s'éloigne-t-elle ou se rapproche-t-elle de l'objet ?

NATURE D'UNE LENTILLE PAR DÉPLACEMENT TRANSVERSE D'UN OBJET

Montrer que l'on peut déterminer la nature d'une lentille en observant à l'œil le mouvement de l'image suite à un déplacement transverse (*i.e.* perpendiculairement à l'axe optique) d'un objet réel.

LUNETTE ASTRONOMIQUE



On considère une lunette astronomique modélisée par l'association de deux lentilles convergentes \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 de distance focale image respectives $f'_1 = 1,0$ m et $f'_2 = 1,5$ cm.

1. Comment doivent être positionnées les deux lentilles si l'on veut qu'un objet à l'infini donne une image à l'infini à travers la lunette ?
2. Quel est l'intérêt d'un tel réglage ?
3. Un œil normal peut distinguer deux points distants de 0,1 mm s'ils sont à 25 cm devant l'œil. Quel est l'écart angulaire minimal qu'il doit y avoir entre deux étoiles pour qu'elles puissent être distinguées à l'œil ?
4. Quelle est la taille minimale des détails observables sur la Lune sachant que la distance Terre – Lune vaut $D_{TL} = 3,8 \cdot 10^5$ km ?

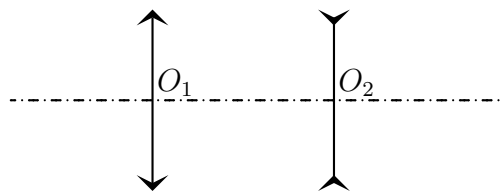
MICROSCOPE

Un microscope sert à agrandir la taille sous lequel est vu un objet de telle sorte qu'il soit vu pour un œil au repos.

1. Déterminer comment on doit placer deux lentilles convergentes de distances focales respectives f_1 et f_2 pour pouvoir créer un microscope.
2. Déterminer l'angle sous lequel est vu un objet de taille ℓ à travers le microscope.
3. À l'aide de valeurs numériques raisonnables de votre choix, estimez à quel objet de la vie courante est semblable la taille de ce qui est vu à travers le microscope.
4. Quel(s) réglage(s) faut-il modifier si l'utilisateur est myope ?

DOUBLET DE LENTILLES

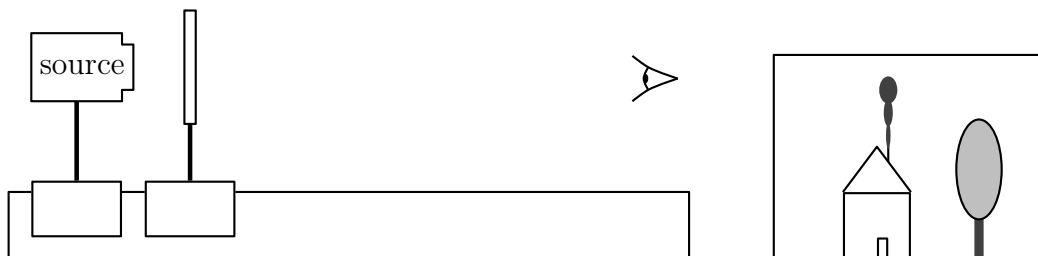
Dans le dispositif représenté sur le schéma ci-dessous, on note a la valeur absolue des distances focales des deux lentilles. O_1 et O_2 sont séparés de $3a$.



1. Déterminer géométriquement les plans focaux dont les intersections avec l'axe seront notés F et F' .
2. Les plans principaux d'un système optique sont les deux plans conjugués l'un de l'autre tel que le grandissement soit égal à 1.
Déterminer géométriquement les plans principaux d'intersection avec l'axe H et H' .
3. La distance focale d'un système optique est la grandeur algébrique $f' = \overline{H'F'}$ orientée dans le sens d'arrivée de la lumière.
Quelle est la distance focale image ?

PROJECTION DE DIAPOSITIVE $\mathcal{L}_{CV} - \mathcal{L}_{DV}$

Une diapositive 24×36 (en mm) représentant une maison est placée sur un banc d'optique.



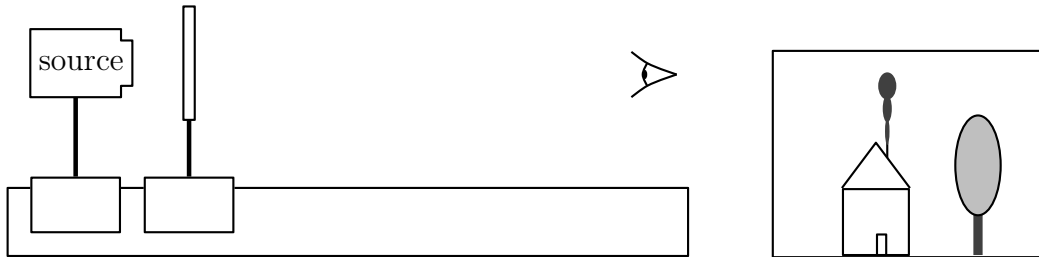
Le dessin représente la diapositive vue de l'endroit où est dessiné l'œil.

1. On place à 12 cm devant la diapositive une lentille convergente de vergence $V = 10 \delta$.
 - (a) Où se forme l'image ?
 - (b) Est-il possible de voir l'image sans mettre d'écran ? Si oui, comment ? Dessinez alors ce qui est vu.
 - (c) Que voit-on sur un écran placé là où se forme l'image de la diapositive ?

2. On place une lentille divergente de vergence $V' = -6,0 \delta$ à 50 cm de la première lentille.
- De combien faut-il avancer ou reculer l'écran pour voir une image nette de la diapositive ?
 - Dessiner ce qui est vu sur l'écran à l'échelle à côté de la diapositive initiale.

PROJECTION DE DIAPOSITIVE $\mathcal{L}_{DV} - \mathcal{L}_{CV}$

Une diapositive 24×36 (en mm) représentant une maison est placée sur un banc d'optique.

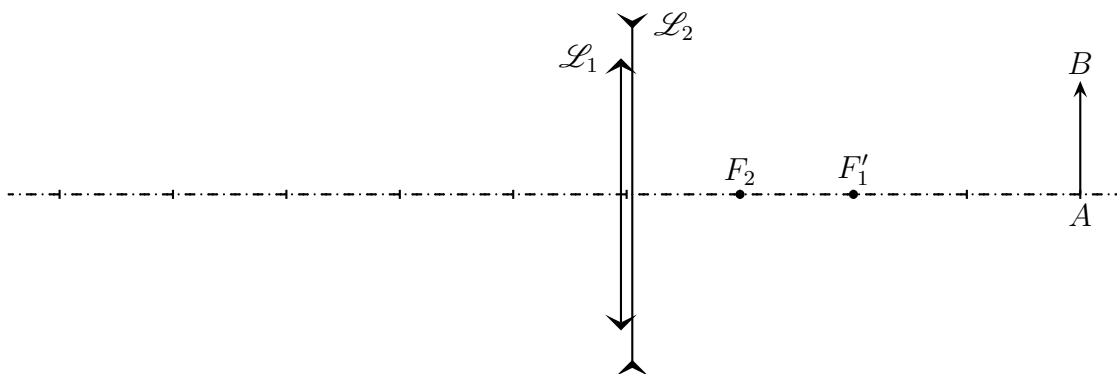


Le dessin représente la diapositive vue de l'endroit où est dessiné l'œil.

- On place à 15 cm devant la diapositive une lentille divergente de vergence $V = -4,0 \delta$.
 - Où se forme l'image ?
 - Est-il possible de voir l'image sans mettre d'écran ? Si oui, comment ? Dessinez alors ce qui est vu.
 - Que voit-on sur un écran placé là où se forme l'image de la diapositive ?
- On place une lentille convergente de vergence $V' = 5,0 \delta$ à 25 cm de la première lentille.
 - Où se situe l'image finale ?
 - S'il est possible de projeter l'image sur un écran, dessiner ce qui est vu sur cet écran à l'échelle à côté de la diapositive initiale.

CONSTRUCTION AVEC LENTILLES ACCOLÉES (V1)

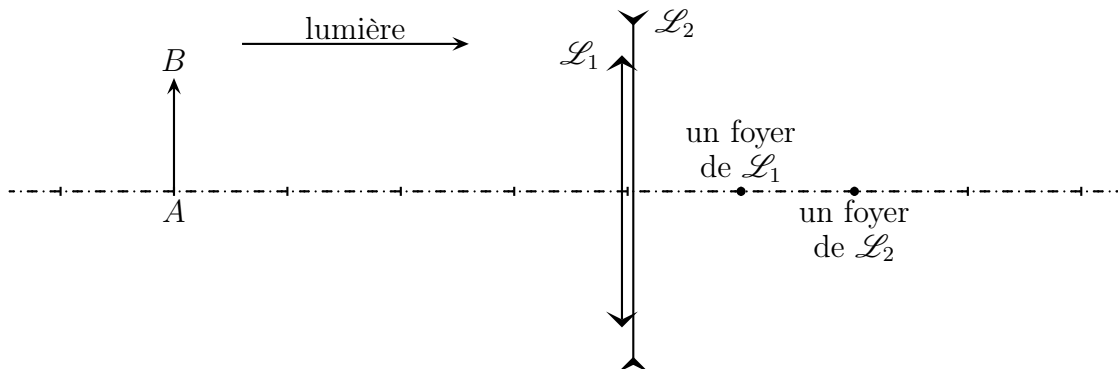
Construire l'image de l'objet AB .



Bien que les lentilles soient dessinées séparées pour des raisons de lisibilité, elles sont en réalité accolées.

CONSTRUCTION AVEC LENTILLES ACCOLÉES (v2)

Construire l'image de l'objet AB .



Bien que les lentilles soient dessinées séparées pour des raisons de lisibilité, elles sont en réalité accolées.

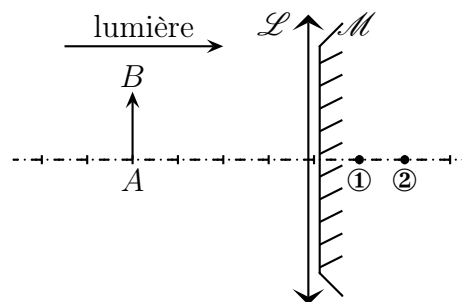
TROUVER LE BON SYSTÈME OPTIQUE

Déterminer quel miroir utiliser et dans quelles conditions pour obtenir :

1. une image réelle de grandissement $\gamma = +3$.
2. une image de grandissement $\gamma = -3$ à partir d'un objet réel.
3. une image du même côté du miroir que l'objet et de grandissement $|\gamma| = 3$.

CONSTRUCTION AVEC UNE LENTILLE ET UN MIROIR ACCOLÉS

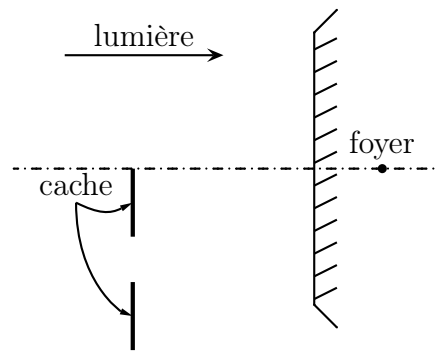
Dans le schéma ci-dessous, miroir et lentille sont accolés mais sont représentés séparés dans un souci de lisibilité.



Construire l'image de AB par l'ensemble lorsque :

1. ① est un foyer de la lentille et ② un foyer du miroir ;
2. ② est un foyer de la lentille et ① un foyer du miroir.

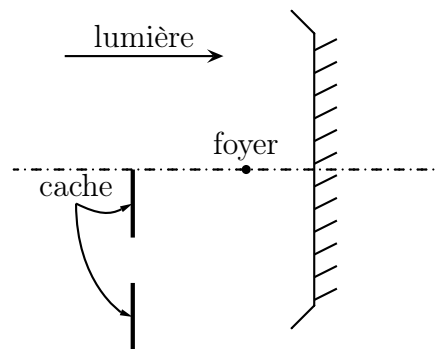
CHAMP VISUEL À TRAVERS UN MIROIR DIAPHRAGMÉ EN ENTRÉE



Un diaphragme limite le faisceau de lumière incident sur le système optique.

Où faut-il placer son œil pour espérer voir quelque chose et quelle est la zone de l'espace visible ?

CHAMP VISUEL À TRAVERS UN MIROIR DIAPHRAGMÉ EN SORTIE



Un diaphragme limite le faisceau de lumière émergeant d'un système optique.

Où faut-il placer son œil pour espérer voir quelque chose et quelle est la zone de l'espace visible ?

SE VOIR DANS UN MIROIR

Que voit-on si on se regarde dans un miroir concave ? dans un miroir convexe ?

On pourra noter D la distance œil–miroir et f' la distance focale du miroir.

CHAMP DE VISION

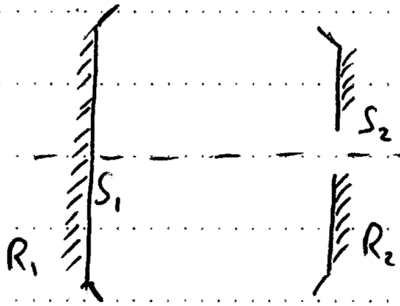
1. Que voit une personne située à une distance d d'un miroir concave de rayon R ?
2. À quelle hauteur doit être le miroir pour qu'elle se voit entièrement ?

AUTOCOLLIMATION RATÉE

Lors d'une tentative d'autocollimation de lentille, un étudiant utilise par mégarde un miroir sphérique convergent $f' = -10$ cm avec une lentille de vergence $V = +4,0 \delta$.

1. Rappeler comment réaliser une autocollimation avec une lentille et à quoi cela sert.
2. Une fois le protocole réalisé, quelle sera la distance lentille - objet ?
3. Comment l'étudiant aurait-il pu (voir aurait **du**) se rendre compte de son erreur ?

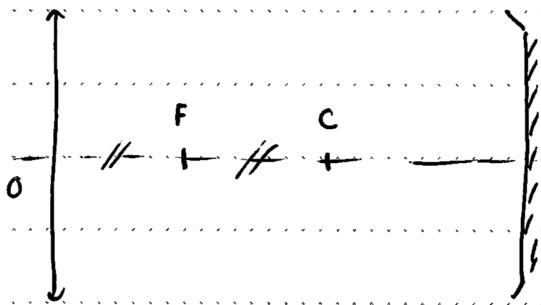
TÉLESCOPE DE CASSEGRAIN



On s'intéresse au télescope, dit de Cassegrain, ci-centre. La lumière issue des étoiles vient de la gauche et l'image finale est au niveau de S_2 .

- Déterminer la distance S_1, S_2 en fonction des rayons de courbure R_1 et R_2 . AN: $R_1 = 10,00\text{ m}$; $R_2 = 5,00\text{ cm}$.
- Quelle est la distance, sur l'image finale, entre les deux images de deux étoiles de distance angulaire $\theta_0 = 23''$?
- Quelle est la résolution optique ?

ASSOCIATION LENTILLE - MIROIR

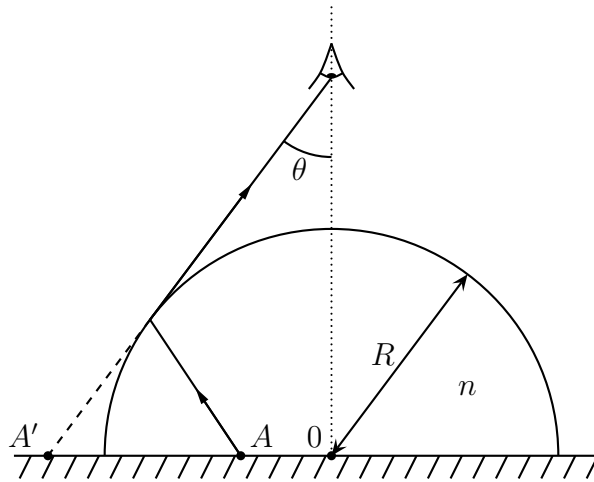


F est au milieu de $[OC]$.
Le dispositif ci-centre est-il, a priori, équivalent à un miroir ou une lentille ?

- Déterminer ses grandeurs caractéristiques (centre et distance focale) par construction et analytiquement (dans l'ordre de votre choix).

RÈGLE LOUPE HÉMICYLINDRIQUE

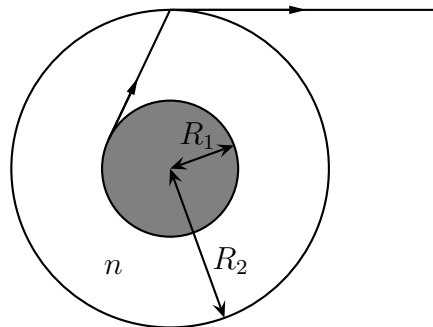
Une règle demi-cylindrique posée sur un texte peut servir de loupe. Un observateur est situé à la verticale de la règle.



1. À l'aide du schéma ci-dessus, expliquer en quoi la règle fait « loupe ».
2. Déterminer l'expression du grandissement $\gamma = \frac{OA'}{OA}$ en fonction de θ et de $\theta_0 \stackrel{\text{not}}{=} \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)$.
3. Où vaut-il mieux se placer pour avoir le plus fort grandissement ?

THERMOMÈTRE

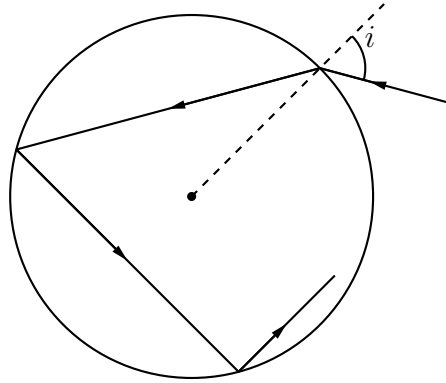
Un observateur regarde, de face, un thermomètre à alcool. Le tube en verre semble alors entièrement rempli de liquide. La situation est représentée ci-contre en vue de dessus.



1. À l'aide du schéma, expliquer ce phénomène sachant que l'observateur est à l'infini vers la droite.
2. Déterminer la condition sur R_1 , R_2 et n pour qu'il en soit ainsi.

ARC-EN-CIEL

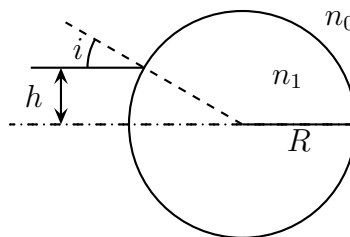
Un rayon lumineux pénètre dans une sphère homogène d'indice n sous l'incidence i . Il subit p réflexions à l'intérieur de la sphère avant de sortir.



1. Définir et exprimer la déviation D du rayon émergeant par rapport au rayon incident.
2. Montrer que cette déviation passe par un extremum lorsque i varie.
3. Expliquer et décrire l'arc-en-ciel du deuxième ordre.

DÉVIATION PAR UNE BULLE

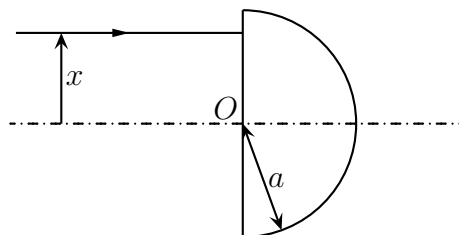
Une bulle d'air d'indice $n_1 = 1$ est dans un liquide d'indice $n_0 = 1,33$.



1. Déterminer l'angle limite i_0 pour lequel il y a réflexion totale pour une incidence parallèle à l'axe.
2. Exprimer h en fonction de R .
3. Déterminer la déviation pour $i > i_0$ puis pour $i < i_0$ après deux réfraction.
4. Tracert $D = f(i)$ pour $0 \leq i \leq \frac{\pi}{2}$.

DEMI-SPHÈRE

On dispose d'une lentille demi-sphérique de rayon a dont le côté plat est le côté incident.



1. Expliquer le calcul de $OF(x)$, F étant le point d'intersection du rayon passage à la distance x de l'axe.

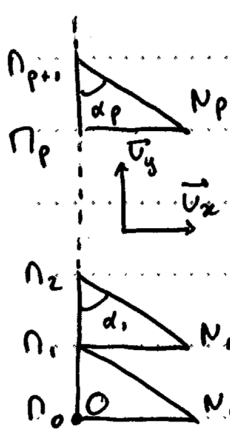
Le calcul est à faire sur Maple.

OptTrois:04

OptTrois:05

2. Déterminer l'étendue de la tache d'un faisceau de diamètre a .
3. Comparer avec l'ordre de grandeur de la diffraction.

LENTILLE DE FRESNEL



On effectue une révolution d'axe (O, z) des triangles $O_p N_p O_{p+1}$ pour $0 \leq p \leq m$. O_p est le point de coordonnée $(0, 2pa)$ et on note α_p l'angle en O_{p+1} du triangle $O_p N_p O_{p+1}$. L'indice des triangles est n .

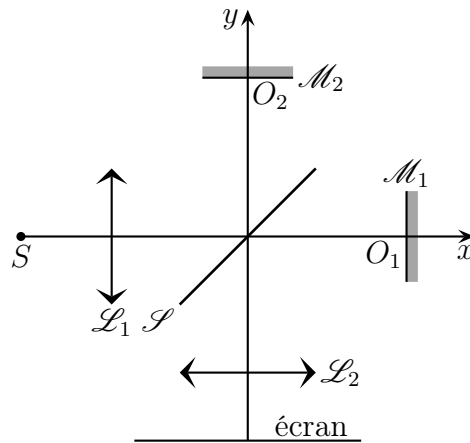
• Déterminer la déviation D d'un rayon incident d'angle i petit, pour un prisme d'angle A petit.

On considère des rayons incidents parallèles à (O, x) .

- Pour un triangle $O_p N_p O_{p+1}$, déterminer la valeur limite de α_p pour laquelle il n'y a pas de réflexion totale.
- En considérant $\alpha_p \ll 1$, quel est le point d'intersection B_p rayons émergents de $O_p N_p O_{p+1}$ avec l'axe (O, z) ?
- Comment choisir α_p pour que B_p soit indépendant de p ?
- Quel est le nom de ce dispositif? Utilité?

INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

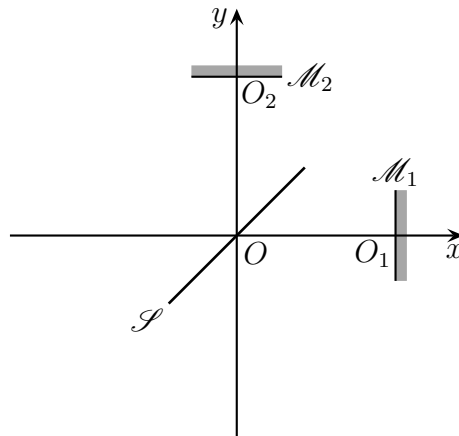
Le dispositif ci-dessous représente un interféromètre de Michelson. La source S est placée dans le plan focal de \mathcal{L}_1 et l'écran est placé dans le plan focal de \mathcal{L}_2 . On observe des anneaux sur l'écran.



1. De quel type de réglage s'agit-il ?
2. Déterminer l'éclairement en un point M quelconque de l'écran lorsque l'interféromètre est éclairé par une source cohérente.
3. Préciser comment faire expérimentalement pour avoir une source cohérente.
4. L'interféromètre est maintenant éclairé par une lampe à vapeur de sodium.
 - (a) Quelles sont les longueurs d'onde du doublet du sodium ?
 - (b) Que voit-on à l'écran lorsqu'on chariote le miroir \mathcal{M} ?
 - (c) Comment relier ce qui est vu à la différence de longueur d'onde du doublet ?
 - (d) Faire l'application numérique.

INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

On considère l'interféromètre de Michelson représenté ci-dessous pour lequel $OO_1 = L + e$ et $OO_2 = L$.



1. Pourquoi ce système peut-il être considéré comme une lame d'air ? De quelle épaisseur ?
2. Quelle est la figure d'interférence observée ?
 Déterminer l'ordre d'interférence des franges brillantes ainsi que ce qui les caractérise (on considère des angles d'observation petits).
 Comment peut-on les observer ? Quelle lentille permet d'avoir la plus grande figure d'interférence entre $f'_1 = 25$ cm et $f'_2 = 1,0$ cm ?

3. On éclaire avec un doublet autour de 589,3 nm, on peut faire varier e entre -1 mm et $+1$ mm. Pour $e = 0,60$ mm, déterminer le rayon des trois premières franges brillantes. Qu'observe-t-on lorsque e varie ? Que peut-on alors caractériser pour ce doublet ?
4. \mathcal{M}_1 est mobile. On observe $I(e)$. Qu'observe-t-on lorsque l'on éclaire :
 - en lumière monochromatique ?
 - avec un doublet spectral ?
 - avec une source de profil rectangulaire ?

RÉSEAU PAR RÉFLEXION

Un réseau est formé de N petits miroirs. On envoie en incidence normale un faisceau monochromatique de longueur d'onde λ . On note a le pas du réseau et i l'angle de sortie.

1. Faire un schéma
2. Dans quelles directions a-t-on les maxima d'intensité ?
3. Exprimer $\frac{di}{d\lambda}$ en fonction de a , λ et p .
4. Comment faut-il régler la largeur ℓ des miroirs pour que la diffraction n'influe pas sur la quantité de lumière envoyée dans une direction ?
On supposera cette condition réalisée par la suite.
5. On appelle écart angulaire à la base, la quantité Δi telle que :

$$\sin(i_{\max} + \Delta i) = \left(p + \frac{1}{N} \right) \frac{\lambda}{a}$$

Pour deux rayons consécutifs envoyés suivant un angle $i_{\max}(p) + \Delta i$ dans l'ordre p , exprimer δ . En déduire qu'il n'y a pas de lumière dans cette direction.

6. On dit que le réseau sépare λ et $\lambda + \delta\lambda$ si les deux rayons correspondant sont séparés d'un angle δi au moins égal à Δi .
Exprimer δi_{\min} puis $R = \frac{\delta\lambda}{\lambda}$.

INTERFÉRENCES AVEC DES MIROIRS

On considère deux miroirs plans formant un angle $\alpha = 5'$ par rapport à leur arête commune Δ . Ils sont éclairés par une source S monochromatique ($\lambda = 600$ nm) placée à la distance $d = 50$ cm de Δ . On place un écran (E) à la distance $D = 1,0$ m parallèlement à Δ .

1. Décrire le plus précisément possible le phénomène qui apparaît.
2. On place une deuxième source S' à la distance d de Δ telle que l'angle $(S, \Delta, S') = \varepsilon$ soit très petit.
Déterminer l'influence de ε sur le phénomène.

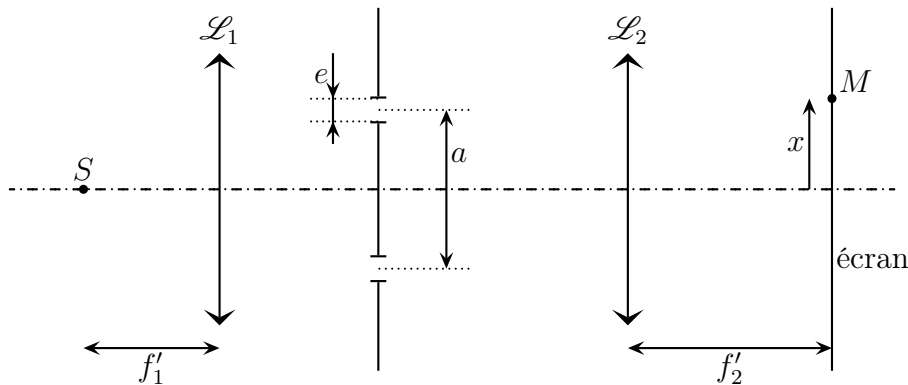
INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON EN COIN D'AIR

On a un interféromètre de MICHELSON en coin d'air. On place un capteur sur une frange brillante, on rajoute devant un miroir une lame d'épaisseur e dans laquelle on fait le vide. On observe un défilement des franges (9 brillantes et 10 sombres) et on mesure une intensité deux fois moins importantes au niveau du capteur.

Quelle(s) grandeur(s) est-il possible de déduire avec cette expérience ?

FENTES D'YOUNG

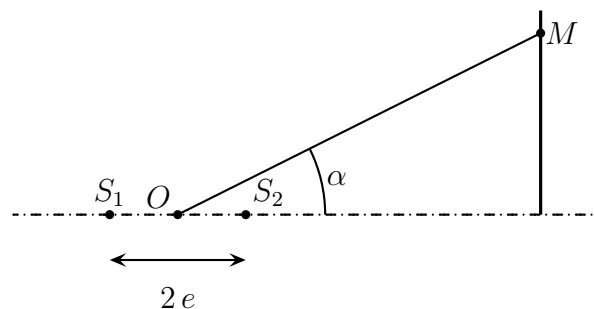
On considère le dispositif ci-dessous dans lequel les pupilles distance de a sont des fentes de longueurs très grandes devant leurs largeurs commune e . La source est monochromatique.



1. Trouver la différence de marche des deux rayons arrivant en M .
2. Calculer l'intensité lumineuse en M .
3. Quelle figure observe-t-on ? Quel est l'interfrange ?
4. Qu'observe-t-on si on introduit avant une des fentes un matériau transparent d'épaisseur ℓ et d'indice n ?
5. Que se passe-t-il si la lumière est polychromatique (ex : lampe à vapeur de mercure) ?

INTERFÉRENCES À DEUX SOURCES

S_1 et S_2 sont deux sources cohérentes entre elles de longueur d'onde λ_0 dans le vide. On place un écran orthogonal à S_1S_2 . On note I_1 l'intensité issue de S_1 et I_2 l'intensité issue de S_2 . On note $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ la différence de phase des rayons issus de S_2 et S_1 en M .



1. Exprimer l'intensité $I(M)$ en fonction de I_1 , I_2 et $\Delta\varphi$.
2. Que se passerait-il si les sources étaient incohérentes ?
3. Quelle figure d'interférence obtient-on ?

4. On suppose $\alpha \ll 1$ et $2e \ll D$.

Déterminer l'éclairement I en fonction de $I_1, I_2, e, \lambda_0, D, \alpha, n$.

5. Déterminer l'ordre d'interférence.

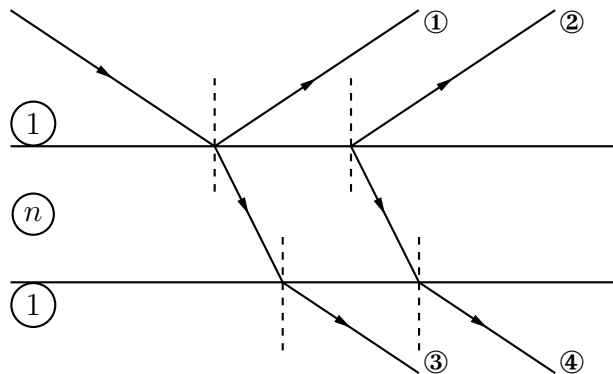
6. On note p_0 l'ordre d'interférence au centre et on suppose qu'il correspond à une frange sombre.

Donner la position x_k de la k -ième frange sombre à partir du centre.

Qu'en déduit-on pour l'interfrange ?

LAME À FACES PARALLÈLES

On considère le système optique ci-dessous.

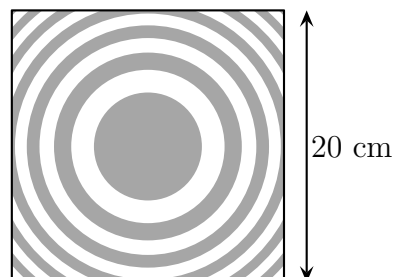


1. Calculer la différence de marche entre ① et ②.

2. Calculer la différence de marche entre ③ et ④.

INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

On considère l'interféromètre de MICHELSON en lame d'air éclairé par une source étendue monochromatique ($\lambda = 560 \text{ nm}$). On observe les interférences avec une lentille de projection ($f' = 1,0 \text{ m}$).



1. Décrire le montage réel et donner le schéma simplifié du dispositif.

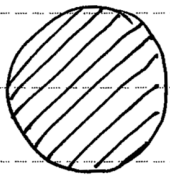
Déterminer la différence de marche à la sortie.

2. À partir du schéma ci-dessus, déterminer l'ordre p_0 au centre et l'épaisseur e de la lame d'air.

VU AU MICHELSON

OptB.10

Sur un écran situé à $1,0\text{ m}$ d'une lentille de distance focale $f' = 25\text{ cm}$ placée en sortie d'un interféromètre de Michelson, on observe les interférences schématisées ci-dessous avec une lampe à vapeur de sodium.



L'interfrange mesurée vaut $1,3\text{ cm}$.

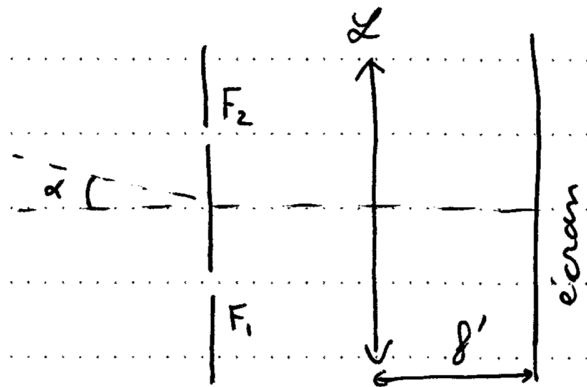
Que pouvez-vous dire du réglage ?

ÉTOILES ET TROUS D'YOUNG

OptB.11

Le dispositif ci-contre est placé sur l'équateur terrestre.

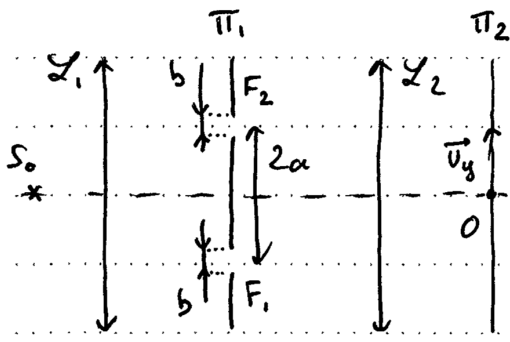
Une étoile, dans le plan équatorial, est inclinée d'un angle α petit par rapport à la médiane de F_1, F_2 . F_1 et F_2 sont deux petits trous, distants de a .



- Justifier la nécessité et la position de Q .
- Que voyez-vous sur l'écran ?
- Décrivez analytiquement l'éclairement observé.

ÉTOILES ET FENTES D'YOUNG

OptB.12



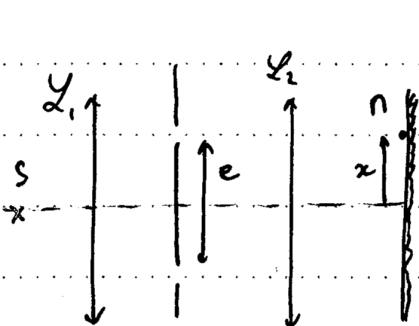
Le schéma ci-contre représente le dispositif des fentes d'Young. S_0 est une source ponctuelle au foyer objet de L_1 . Π_2 est dans le plan focal de L_2 .

- Déterminer l'éclairement au niveau de Π_2 en tenant compte et en ne tenant pas compte de la diffraction (dans l'ordre de votre choix).

Dans la suite, on néglige la diffraction. Entre L_1 et la fente F_2 on introduit une lame de verre d'épaisseur e et d'indice n . On suppose cette lame verticale.

- Calculer le nouvel éclairement dans Π_2 .
- On suppose la lame inclinée d'un angle α .
- Calculer le nouvel éclairement.
- Quel angle minimal peut-on détecter sachant que l'on peut repérer une variation d'au minimum $\frac{1}{10}$ d'ordre d'interférence.

FENTES D'YOUNG ÉCLAIRÉES PAR UN DOUBLET

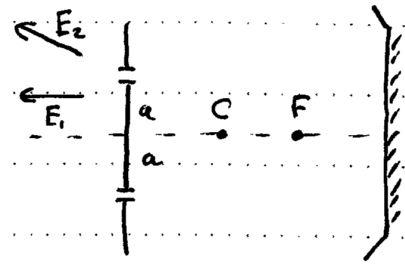


L_1 et L_2 sont deux lentilles de distance focale $f_1 = f_2 = 1,0 \text{ m}$. S est une source de longueur d'onde $\lambda = 589 \text{ nm}$.

- Déterminer l'intensité et calculer l'interfrange.
- Décrire (numériquement) ce qui se passe pour une source émettant $\begin{cases} \lambda_1 = 589,0 \text{ nm} \\ \lambda_2 = 589,6 \text{ nm} \end{cases}$

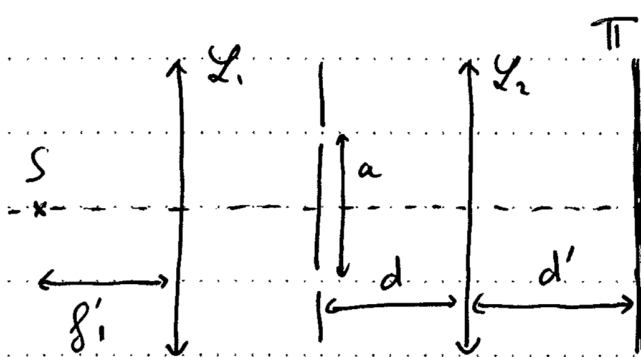
FENTES D'YOUNG ET MIROIR SPHÉRIQUE

On observe une étoile double dont les deux composantes E_1 et E_2 émettent chacune une vibration de même intensité à la longueur d'onde λ_0 .



- Ces deux composantes forment-elles un ensemble de sources cohérentes?
- On considère le dispositif interférentiel ci-dessus, formé par deux fentes séparées de $2a$ et d'un miroir sphérique.
- Évaluer l'éclairement en tout point du plan focal image pour une paire d'étoiles.
- Comment choisir a pour obtenir une intensité uniforme? Quel est l'intérêt?

TROUS D'YOUNG DANS DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS



On considère le dispositif des trous d'Young ci-contre où les distances d et d' sont réglables. S est une source monochromatique.

- Déterminer l'éclairement au niveau de Π dans chacun des quatre cas suivants :
 - ↳ $d = f'_2$ et $d' = f'_2$;
 - ↳ $d = 0$ et $d' = f'_2$;
 - ↳ $d = 0$ et $d' = 3f'_2$;
 - ↳ $d = \frac{3}{2}f'_2$ et $d' = 3f'_2$.

INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON EN LAME D'AIR

On se place en lame d'air.

.. Faire un dessin de deux rayons qui interfèrent.

On se place au contact optique.

.. Expliquer "contact optique" et "interfrange localisée".

.. On place une lumière blanche, dire ce que l'on voit.

On translate le miroir chariotable de $0,25 \text{ mm}$.

.. Qu'observe-t-on ?

.. Quel est le nombre de longueurs d'ondes éteintes ?

INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON EN LAME D'AIR

Un interféromètre de Michelson est utilisé en lame d'air. Ses faces parallèles avec une source monochromatique étendue ($\lambda = 589 \text{ nm}$). On observe les interférences sur un écran à l'aide d'une lentille de distance focale $f' = 1,0 \text{ m}$.

.. Décrire le dispositif (éléments utilisés, réglages, localisation des franges...)

L'écartement entre les deux miroirs vaut $e = 0,50 \text{ mm}$. À cause des dimensions des différents dioptries, les anneaux observés sur l'écran sont situés à l'intérieur d'un cercle de rayon $R = 20 \text{ cm}$.

.. Combien d'anneaux observe-t-on ?

.. Quel est le rayon du 10^e anneau noir ?

INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON EN COIN D'AIR

On considère un interféromètre de Michelson réglé en coin d'air.

Présenter le dispositif: faire un schéma simplifié, trouver l'éclairement, localisation des franges?

On place un écran à 1,50 m des miroirs de l'interféromètre et on y projette les franges grâce à une lentille convergente de distance focale $f' = 25 \text{ cm}$.

Sachant que l'œil ne peut voir des détails inférieurs à $1/10 \text{ mm}$, quelle condition doit vérifier l'angle entre les deux miroirs pour voir des franges sur l'écran avec une lampe à vapeur de sodium?

On considère un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air. On note O le centre de la figure.

• Donner la différence de marche en fonction de l , épaisseur de la lame.

• En déduire l'éclairement en O en fonction de l .

En fait, l'amplitude des sources n'est pas tout à fait la même lors du passage dans l'interféromètre : les rayons passant par le miroir 1 ont l'amplitude A_0 et ceux passant par le miroir 2 ont l'amplitude $A_0(1-\epsilon)$ avec $\epsilon \ll 1$.

• Calculer l'éclairement $\mathcal{E}(l)$ en O , et le contraste C .

Dans la suite $\epsilon = 0$. La source émet dans le domaine fréquentiel $[\nu_0 - \Delta\nu/2; \nu_0 + \Delta\nu/2]$ avec $\Delta\nu \ll \nu_0$.

• Calculer $\mathcal{E}(l)$ et le nouveau contraste C' .

• Calculer le nombre de franges brillantes observées entre deux annulations de C' .

• AN : $\Delta\nu = 10^9 \text{ Hz}$ et $\lambda_0 = 632 \text{ nm}$.

• Peut-on observer le même phénomène avec un laser de même longueur d'onde mais avec $\Delta\nu = 10^6 \text{ Hz}$?

On cherche à mesurer l'indice de l'air avec un interféromètre de Michelson. Pour cela on dispose de 2 cuves identiques de volume intérieur $5,00 \text{ cm} \times 3,00 \text{ cm} \times 3,00 \text{ cm}$ fabriquées en verre d'épaisseur $6,0 \text{ mm}$ et d'indice $1,512$. Ces deux cuves sont remplies d'air à la pression $2P_0$, où P_0 est la pression atmosphérique, et à la température $T_0 = 293 \text{ K}$.

La méthode va consister à réaliser deux systèmes d'interférences :

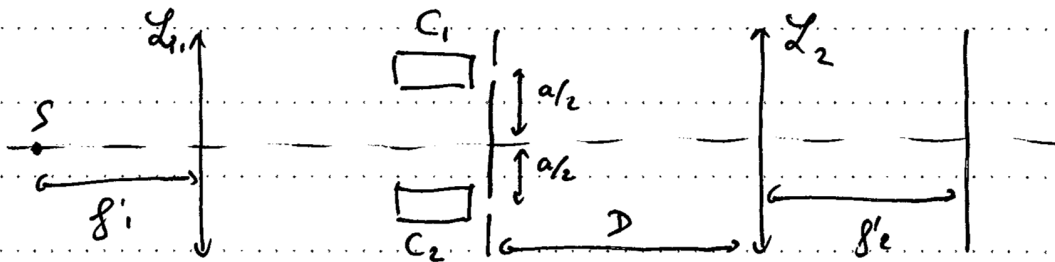
4 Ⓐ les deux cuves sont pleines ;

4 Ⓑ une des deux cuves est vide.

En comparant les résultats obtenus, on remonte à main.

- Pourquoi mettre deux cuves et pas se contenter d'une seule ?
- Vaut-il mieux se placer en réglage lame d'air ou en réglage coin d'air ?
- Vaut-il mieux utiliser une lumière blanche ? Une lampe à vapeur de sodium ? un laser ?
- Comment, en pratique, feriez-vous pour réaliser la mesure ?
- Sachant que l'indice de l'air s'écrit $n = 1 + \alpha \rho$ où ρ est la masse volumique et que $n_{\text{air}}(P_0) = 1 + 2,93 \cdot 10^{-4}$, décrivez ce qui va se passer et estimez numériquement l'incertitude.

On considère le montage type "trous d'Young" suivant.

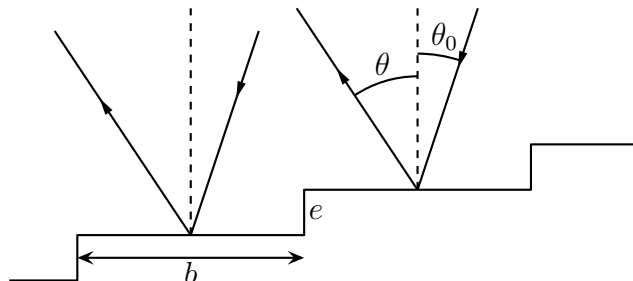


$f_1 = 10 \text{ cm}$, $f_2 = 50 \text{ cm}$, $a = 0,12 \text{ mm}$, $D = 20 \text{ cm}$. C_1 et C_2 sont deux cuves contenant de l'air d'indice $n_0 \approx 1,0003$.

- Qu'observe-t-on sur l'écran ?
 - Déterminer l'interfrange i .
- On vide C_1 pendant la durée τ .
- Déterminer la différence de marche en un point A quelconque à t quelconque.
 - Que voit-on sur l'écran ?
 - Estimer numériquement la vitesse du phénomène ainsi que son amplitude.

DIFFRACTION PAR UN MIROIR

Un miroir présentant N marches de largeur b et de profondeur e est éclairé par une onde plane sous l'incidence θ_0 .

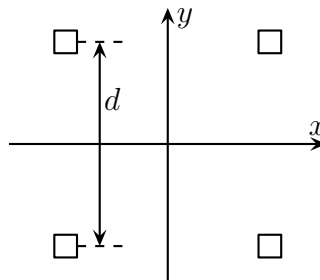


1. Déterminer l'éclairement diffracté par une marche dans le dispositif ci-dessus. Quel est l'angle θ_m dans lequel l'intensité diffractée est maximale ?
2. Déterminer l'éclairement diffracté par l'ensemble des N marches.
3. À quelle condition le maximum d'éclairement dû à la diffraction correspond-il au maximum d'éclairement dû aux interférences ?

Quel est l'intérêt ?

DIFFRACTION PAR 4 TROUS

On considère un écran percé de 4 trous répartis aux sommets d'un carré de côté d . Cet écran est éclairé par une onde plane sous incidence normale.



1. Dans un premier temps on suppose que les trous sont ponctuels.
Justifier que l'on peut assimiler les ondes diffractées à des ondes sphériques.
2. L'observation se fait dans le plan focal d'une lentille de distance focale f .
Déterminer l'éclairement sur l'écran.
3. Comment est modifié le résultat si on agrandit les trous en cercles de rayon r ?
4. Déterminer explicitement l'intensité diffractée si les trous sont des carrés de côtés a .

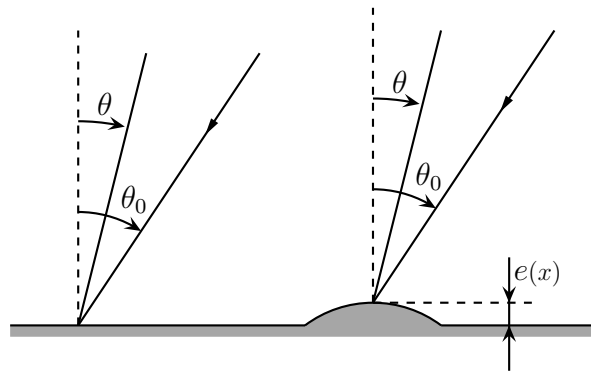
DIFFRACTION PAR N TROUS

Un plan opaque percé de trous identiques, disposés de façon aléatoire (proportion de la surface occupée par les trous : η) : on envoie une OPPH sous incidence normale.

Qu'observe-t-on dans le plan focal d'une lentille convergente ?

DIFFRACTION PAR UN MIROIR

1. Énoncer le principe d'HUYGENS – FRESNEL dans le cas de la diffraction à l'infini d'une source de lumière monochromatique de longueur d'onde λ par une ouverture dans un milieu homogène d'indice 1.
2. Donner l'expression de la vibration diffractée dans une direction \vec{u} .
3. On remplace l'ouverture par un miroir plan infini dans le plan $z = 0$.
Caractériser la lumière diffractée.
4. Le miroir possède un défaut (cf. schéma ci-dessous).



Donner l'expression de la vibration diffractée si $|e(x)| \ll \lambda$. On suppose qu'il n'y a pas de diffraction selon y .

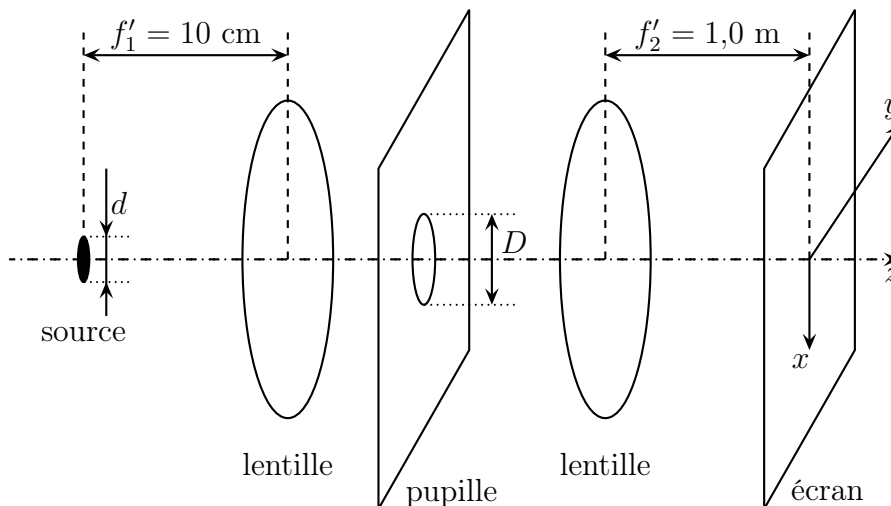
5. Application : le miroir est plan et présente une rayure de profondeur e entre $-\frac{a}{2}$ et $\frac{a}{2}$.
Calculer la vibration diffractée.
6. Même question si la surface du miroir est ondulée.
7. Application à la mesure de la houle.
Quelle longueur d'onde faut-il utiliser ?
Donner le principe de la mesure.

ANALYSE QUALITATIVE

\OptC.05

On donne le système optique ci-dessous avec :

- $d = 0,5 \text{ mm}$ ou 5 cm
- $D = 0,1 \text{ mm}$ ou 2 cm



Pour les 4 valeurs différentes du couple (d, D) , décrire ce qu'on observe à l'écran sans gros calcul.

L'ŒIL

\OptC.06

L'œil est modélisé par un diaphragme de diamètre D (pupille), d'une lentille de focale f' (cristallin) et d'un écran (rétine).

1. Donner l'ordre de grandeur de D .
2. L'œil est-il capable de distinguer deux objets distants de a à une distance $R = 10$ km ?

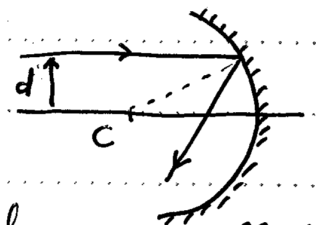
DIFFRACTION PAR UNE FENTE

On étudie la diffraction d'une onde arrivant sous incidence normale sur une fente de dimension a selon ox et b selon Oy avec $b \gg a$.

1. Rappeler le principe d'HUYGENS – FRESNEL.
2. Calculer l'amplitude en un point M situé loin de la fente et faisant un angle θ avec l'axe Oz .
On posera $u = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$.
3. Calculer l'intensité I .
4. Étudier les maxima et les minima d'intensité en fonction de θ et donner l'allure de $I(\theta)$.
5. Quelle est l'intensité du n -ième maximum secondaire ?
6. Calculer le rapport du maximum d'intensité et du premier maximum secondaire.
Que peut-on en déduire ?
7. Que se passe-t-il si on diminue a ? Si on diminue b ?

MIROIR SPHÉRIQUE ET DIFFRACTION

On dispose d'un miroir sphérique de centre C et de rayon R . On ne considère que des rayons incidents parallèles à l'axe optique.



- Dans les conditions de Gauss, où se croisent les rayons réfléchis ?
- Hors des conditions de Gauss, calculer la distance du rayon réfléchi au foyer F lorsqu'il traverse le plan focal, le rayon incident étant à la distance d de l'axe.

On modélise la taille finie du miroir par une pupille de rayon d placée en amont du miroir.

- Quelle est la taille, dans le plan focal, de la tache de diffraction ?
- Y a-t-il une valeur optimale pour R ?

TRANSPARENCE SINUSOÏDALE

Une pupille de longueur L sur \vec{O}_y et l sur \vec{O}_z a un coefficient de transmission en amplitude $t(x, y) = 1 + m \cos\left(2\pi \frac{x}{p}\right)$.

• Déterminer l'éclairement diffracté à l'infini pour $L \gg l$.

• Étudier les cas limites $p \ll l$ et $p \gg l$.