

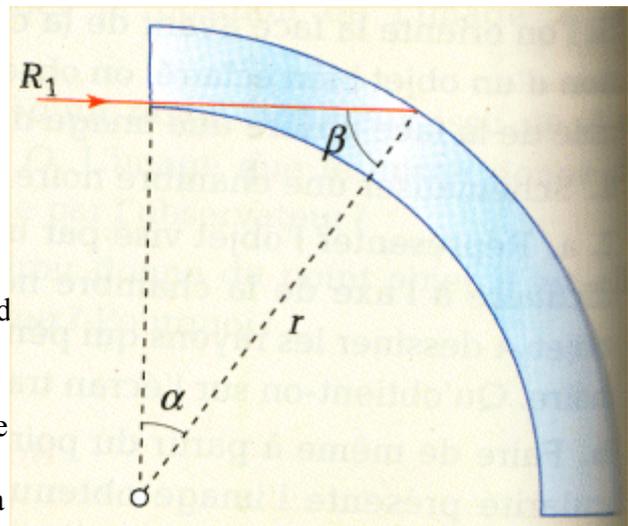
Exercices sur l'optique géométrique- suite

exercice 1: guide de lumière et fibre optique

1- Lorsqu'un rayon lumineux, se propageant dans le verre, arrive à la surface de séparation verre-air, il ne peut traverser cette surface que si l'angle d'incidence est inférieur à une valeur limite, appelé **angle limite de réfraction** et correspondant à un angle de réfraction de 90° . **Calculez** la valeur de l'angle d'incidence pour un verre d'indice de réfraction $n=1,6$ (pour l'air, l'indice de réfraction vaut 1,0).

2- Dans le cas où l'angle d'incidence dépasse la valeur précédente, les rayons lumineux se réfléchissent sur la surface de séparation verre-air comme sur un miroir. Ce phénomène porte le nom de **réflexion totale**.

On envisage une fibre de verre cylindrique de diamètre $d=5,0$ mm, courbée suivant un arc de cercle de rayon extérieur $r = 50$ mm. Un rayon lumineux R_1 pénètre dans la fibre, perpendiculairement à sa section, à la limite du bord intérieur.



- a- **Déterminez** les angles α et β .
- b- **Pourquoi** considère-t-on que β est l'angle d'incidence ?
- c- **Montrez** que le rayon R_1 ne sort pas de la fibre.
- d- Il est recommandé de ne pas trop plier une fibre optique. **Justifiez** cela en envisageant le cas où $r = 7$ mm.

exercice 2: projecteur de diapositives

On réalise un projecteur de diapositives 24×36 mm au moyen d'une lentille convergente de distance focale 4 cm.

L'image de la diapositive fortement éclairée par l'arrière, se forme sur un écran situé à 16 cm du centre optique O de la lentille.

1- **Construisez** le schéma optique du dispositif à l'échelle 1:1

On utilisera comme objet la diapositive centrée sur l'axe optique de la lentille avec comme hauteur $l = 24$ mm.

Sans calculs, en utilisant le schéma, dites:

- 2- **quel est le grandissement** obtenu;
- 3- **où doit être située** la diapositive par rapport à la lentille;
- 4- **comment** la diapositive doit être orientée pour que l'image apparaisse droite.

exercice 3: loupe

Une lentille convergente de vergence 10 dioptries est utilisée en tant que loupe.

Le **pouvoir séparateur de l'oeil** est le plus petit angle sous lequel deux points-objets sont vus séparés. Il vaut environ 10^{-4} radian, c'est-à-dire qu'à 25 cm de l'oeil (25 cm correspond à la **distance minimale de vision distincte** pour un oeil « normal »), deux points séparés de moins de 0,4 mm paraîtront n'en faire qu'un.

Dans cet exercice, on observe deux points A et B d'un objet séparés de 0,2 mm en plaçant la lentille à 9 cm de l'objet. Le segment AB est perpendiculaire à l'axe de la lentille et le point A est sur cet axe.

1- **Déterminez** par le calcul:

- a) la position de l'image A'B' du segment AB;
- b) le grossissement et la distance séparant les points image A' et B'.

2- **Réalisez** la construction de l'image. Vous prendrez des échelles de représentation différentes dans la direction de l'axe et dans la direction perpendiculaire:

5 mm sur le schéma pour 5 cm en réalité selon l'axe (échelle horizontale: $1/10^\circ$)

2 mm sur le schéma pour 0,1 mm selon la perpendiculaire à l'axe (échelle verticale: 20)

Le résultat obtenu par construction **confirme-t-il** les résultats des calculs?

3- L'oeil de l'observateur étant situé au foyer image de la lentille:

a) **sous quel angle** α' voit-il l'image (l'angle étant petit, on pourra le confondre avec sa tangente)? Les points A' et B' lui **apparaissent -ils** séparés ou confondus?

b) le **grossissement** G est le rapport de l'angle α' , sous lequel est vu l'image, et de l'angle α sous lequel est vu l'objet dans les meilleures conditions à l'oeil nu, à 25 cm. **Calculez** le grossissement.

exercice 4: fonctionnement de l'oeil

En première approximation, un oeil peut être assimilé à une lentille convergente dans l'air, la **rétilne** jouant le rôle d'écran. Pour un oeil normal, la distance fixe de « l'écran » au centre optique de la « lentille » est de l'ordre de 15,0 mm. La vergence de la « lentille » peut être modifiée par les **muscles ciliaires** qui modifient la **forme du cristallin** et permettent d'adapter l'oeil à la vision d'un objet rapproché: c'est l'**accommodation**.

1- **Calculez** la vergence de l'oeil lorsque l'image se forme sur la rétilne:

- a) pour un objet situé à l'infini;
- b) pour un objet situé à 25,0 cm du centre optique.

2- Un oeil **myope** de profondeur 15,0 mm possède, par exemple, une vergence minimale de 66,8 dioptries lorsque son cristallin est détendu, et une vergence maximale de 70,8 dioptries lorsque le cristallin est bombé au maximum.

a) **A quelle distance** se trouvent les objets distinctement observables par cet oeil lorsqu'il n'accomode pas?

b) **A quelle distance** de l'oeil se trouvent les objets les plus proches observables avec une

accommodation maximale?

3- Un oeil **hypermétrope** de profondeur 15,0 mm possède, par exemple, une vergence minimale de 66,5 dioptries et maximale de 70,5 dioptries.

a) Cet oeil **permet-il**, sans accommoder, d'observer des objets situés à l'infini? **De combien** l'oeil doit-il augmenter sa vergence en accommodant, pour observer les objets situés à l'infini?

b) **A quelle distance** de l'oeil se trouvent les objets les plus proches, observables avec une accommodation maximale?

exercice 5: système optique à deux lentilles (microscope)

Un microscope est un système optique constitué de deux systèmes convergents. Le premier système, appelé **objectif**, est très convergent et donne de l'objet réel AB une image A'B' réelle. Le second système, appelé **oculaire**, est moins convergent et donne de A'B' une image A_1B_1 virtuelle, c'est-à-dire que l'on ne peut la recevoir sur un écran. L'oeil regarde à travers l'oculaire.

Modélisons un microscope sur un banc d'optique. L'objectif et l'oculaire seront représentés par des lentilles minces convergentes de vergence 3δ et 8δ , notées respectivement L_3 et L_8 . La distance entre les centres optiques des deux lentilles représentant le microscope est imposée et égale à 1 m.

1- **Quelle lentille** faut-il choisir pour l'objectif? **Placez**, sur un schéma, les foyers objet et image pour les deux lentilles. **Hachurez** la partie de l'axe optique sur laquelle ne doit pas être placé l'objet pour que l'objectif puisse jouer son rôle. **Justifiez**.

2- **Où doit être** l'image intermédiaire A'B' donnée par l'objectif pour que l'oeil de l'élève qui regarde à travers l'oculaire n'ait pas besoin d'accomoder (un oeil qui n'accomode pas regarde à l'infini)?

3- **Déterminez** le point où l'élève doit placer l'objet AB pour qu'il puisse regarder sans accommoder.

exercice 6: concentrateur de faisceau

La section d'un faisceau laser est réduite par un système optique constitué de **deux lentilles minces**: une lentille L_1 de distance focale $f_1 = 4,0$ cm et d'une lentille L_2 de distance focale $f_2 = -2,0$ cm.

1- **Indiquez** la nature (convergente ou divergente) de chacune des deux lentilles. **Calculez** leurs vergences.

2- Les centres optiques O_1 et O_2 des deux lentilles sont distants de 2,0 cm. **Représentez** le système. Vous prendrez des échelles de représentation différentes dans la direction de l'axe et dans la direction perpendiculaire:

2 cm sur le schéma pour 1 cm en réalité selon l'axe (échelle horizontale: 2)

2 cm sur le schéma pour 1 mm selon la perpendiculaire à l'axe (échelle verticale: 20)

Placez sur cette figure les centres optiques O_1 et O_2 , le foyer image F'_1 de la lentille L_1 , les foyers objet F_2 et image F'_2 de la lentille L_2 .

3- Des rayons A et A', parallèles à l'axe optique, et situés à 4 mm de part et d'autre de l'axe, limitent le faisceau cylindrique. **Construisez** le trajet suivi par ces deux rayons à travers le système optique.

4- **Déterminez** graphiquement le diamètre d' du faisceau à la sortie du système.