

EXERCICES OPTIQUE GEOMETRIQUE.

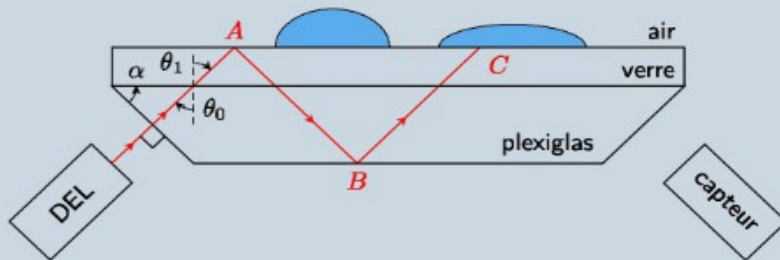
Exercice 1 : détecteur de pluie

Cet exercice propose de s'intéresser à un modèle simplifié du système de détection automatique de pluie qui commande la mise en route des essuie-glaces d'une voiture.

Document 1 : Principe de fonctionnement d'un détecteur de pluie

Adapté du site <http://www.fiches-auto.fr>.

De plus en plus fréquent pour finalement devenir un équipement généralisé sur presque toutes les gammes de véhicules, le système d'essuie-glace automatique est aujourd'hui un accessoire banal. Cependant, si la grande majorité des gens a compris que cet ensemble était composé d'un capteur couplé à de l'électronique, peu de monde sait réellement comment le capteur fonctionne. Voici l'explication d'un des procédés les plus utilisés.



Comme indiqué sur le schéma, un bloc de plexiglas biseauté situé à l'intérieur du bloc rétroviseur est collé au verre du pare-brise. Une diode électroluminescente (DEL) envoie un pinceau lumineux infrarouge en incidence normale sur le biseau. Un capteur lumineux mesure en permanence l'intensité de la lumière en sortie de la pièce biseautée : plus il y a d'eau sur la vitre, plus elle est faible. Le capteur de pluie pilote ainsi l'essuie-glace en fonction de la quantité d'eau détectée et sélectionne automatiquement la vitesse de balayage la plus efficace.

Données :

- ▷ angle du biseau : $\alpha = 50^\circ$;
- ▷ indices optiques : plexiglas $n_p = 1,50$; verre du pare-brise $n_v = 1,55$; eau $n_e = 1,33$.

- 1- Montrer qu'à l'interface plexiglas-verre $\theta_0 = \alpha$.
- 2- En déduire la valeur de θ_1 . Commenter .

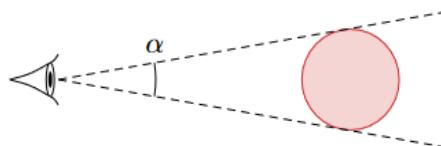
On suppose dans toute la suite que la différence d'indice entre le plexiglas et le verre est suffisamment faible pour pouvoir négliger tous les phénomènes de réflexion et de réfraction à l'interface plexiglas-verre . En particulier l'angle d'incidence en A est pris égal à θ_0 .

- 3- En l'absence de pluie existe-t-il un rayon réfracté au point A ou au point C ? Justifier .
- 4- En présence de gouttes de pluie sur le pare-brise, placées comme sur la figure, existe-t-il un rayon réfracté au point C ? Justifier .
- 5- Expliquer pourquoi, plus il y aura de gouttes sur le pare-brise, moins l'intensité reçue par le détecteur sera grande .

Exercice 2 : tripleur de focale de Barlow

Données :

- ▷ Les orbites de la Terre et de Jupiter sont coplanaires ;
- ▷ Rayon des orbites : $R_T = 1,50 \cdot 10^8$ km et $R_J = 7,80 \cdot 10^8$ km ;
- ▷ Diamètre de Jupiter : $D_J = 1,40 \cdot 10^5$ km ;

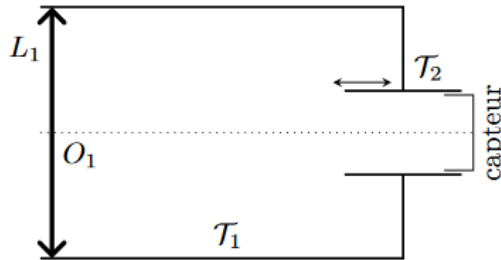


1 - Quel est l'angle maximal α_0 sous lequel on peut observer Jupiter ?

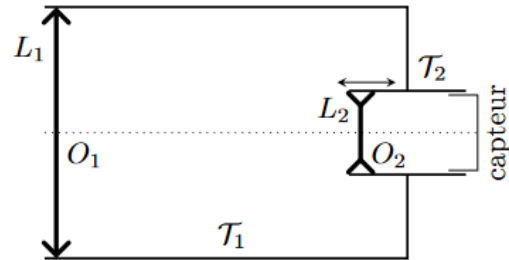
On souhaite photographier Jupiter à travers un télescope, voir figure (a), assimilé à une lentille mince convergente de focale $f'_1 = 2550 \text{ mm}$. L'image doit se former sur le capteur. Le tube T_2 peut coulisser à l'intérieur du tube T_1 pour régler la mise au point.

2 - À quelle distance placer le capteur pour obtenir une image nette ? Quel est alors le diamètre maximal de Jupiter sur le capteur ?

Pour agrandir l'image, on intercale une lentille divergente L_2 de distance focale f'_2 entre la lentille L_1 et le capteur, voir figure (b). La distance d entre la lentille L_2 et le capteur est fixe, égale à 200 mm. On admet que le foyer image F'_1 de la lentille L_1 se situe entre la lentille L_2 et le capteur.



(a) Dispositif simple



(b) Dispositif avec tripleur de focale

3 - Reproduire le dispositif et tracer quelques rayons intéressants.

4 - Comment faut-il choisir f'_2 et comment placer le tube T_2 pour que le dispositif produise sur le capteur une image de Jupiter trois fois plus grande que précédemment ?

5 - Le dispositif est alors qualifié de « tripleur de focale ». Expliquer.

Exercice 3 :

On étudie le système formé d'une lentille convergente L , de distance focale f' , et d'un miroir plan M placé à une distance D après L .

Quelle est l'image d'un objet placé à D avant la lentille quand $D = f' / 2$.

Exercice 4 : étude d'un viseur

Un viseur est constitué d'un objectif (L_1), assimilé à une lentille mince convergente de distance focale

$f'_1 = 10 \text{ cm}$, et d'un oculaire (L_2) assimilé à une lentille mince convergente de distance focale

$f'_2 = 2 \text{ cm}$. La distance entre (L_1) et (L_2) est réglable et est notée D .

1- Déterminer D pour que le système soit afocal. Représenter la marche d'un pinceau lumineux venant d'un point à l'infini dans une direction faisant un angle α avec l'axe du viseur. Calculer le

grossissement angulaire $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ de l'appareil, α' étant l'angle que font les rayons émergents avec l'axe.

2- On règle maintenant le viseur pour que l'oeil d'un observateur, regardant à travers l'oculaire, voit nettement, sans accommoder, un objet AB situé à 20 cm en avant de la face d'entrée de l'objectif.

a- Déterminer la nouvelle valeur de D .

b- L'observateur voit alors l'image de AB sous un angle α' . Calculer en dioptries la quantité

$$P = \frac{\alpha'}{AB}.$$

Exercice 5: microscope

Un microscope est constitué d'un objectif assimilé à une lentille mince convergente L_1 de centre O_1 ,

de distance focale $f'_1 = 50 \text{ mm}$, de foyer principal image F'_1 , associé à un oculaire également

assimilé à une lentille mince convergente L_2 de centre O_2 , de distance focale $f'_2 = 5 \text{ mm}$ et de

foyer principal objet F_2 . La distance $\Delta = F'_1 F_2$ est fixée par construction à 16 cm.

L'instrument forme d'un objet AB une image finale $A'B'$.

On rappelle que la distance minimale d'accommodation d'un œil normal vaut $dm = 25\text{ cm}$.

1- On définit le grossissement G du microscope par le rapport positif de l'angle sous lequel un œil normal voit, sans accommoder, l'objet à travers l'instrument sur l'angle sous lequel on voit l'objet en l'observant au punctum proximum de l'œil.

a- Faire un schéma (sans respecter les échelles) indiquant la marche de quelques rayons issus de B.

b- Déterminer l'expression de G en fonction des données. Application numérique.

2- L'œil se situe désormais dans le plan focal image de l'oculaire. A quelle distance d_1 , en avant de l'objectif, doit se trouver AB afin que l'image à travers le microscope soit au punctum proximum de l'œil ?

Exercice 6: appareil photographique

L'objectif d'un appareil photographique est modélisé par une lentille mince convergente de distance focale

$f' = 38\text{ mm}$. Le diaphragme d'ouverture de l'objectif a un diamètre réglable: $2R = \frac{f'}{N}$, où N peut varier

par valeurs discrètes de $N=2$ à $N=11,3$ (N est l'ouverture numérique).

La pellicule a une structure granulaire; la tâche image d'un objet ponctuel a le diamètre d'un grain:

$a = 30\text{ }\mu\text{m}$.

1- L'objectif est mis au point sur l'infini est on ouvre le diaphragme au maximum.

a- On photographie une tour de hauteur $h = 100\text{ m}$, située à la distance $D = 2\text{ km}$ de l'objectif. Calculer la hauteur h' de l'image obtenue.

b- Calculer la distance minimale D_m d'un point objet A à l'objectif qui donne une image aussi nette qu'un point à l'infini.

2- L'objectif est mis au point sur un objet A situé à la distance $p = 2,5\text{ m}$ de l'objectif.

a- Montrer que tout point de l'axe aura une image nette si la distance de ce point à l'objectif est comprise entre deux limites p_1 (inférieure) et p_2 (supérieure) qu'on déterminera en fonction de a , f' , N et p .

b- Calculer les profondeurs du champ de netteté X_2 et $X_{11,3}$ pour $N = 2$ puis pour $N = 11,3$ respectivement. Conclure.

3- L'objectif est mis au point sur un sujet situé à 8 m . Ce sujet se déplace perpendiculairement à l'axe, à la vitesse de 9 km/h . Quel temps de pose maximal doit-on choisir pour que le déplacement du sujet photographié n'altère pas la netteté de la photographie.