

## DM2 : Optique et Électricité

Le travail en groupe est fortement encouragé, vous rendrez une copie par groupe de 3. Attention, tous les membres du groupe doivent avoir fait tout le DM! Il ne s'agit pas de partager le travail.

### Exercice 1 : L'APPAREIL PHOTO NUMÉRIQUE

On modélise un appareil photo numérique par un objectif assimilable à une lentille mince convergente  $L$  de distance focale image  $f' = 55$  mm. Le capteur  $C$  de l'appareil photo se trouve à une distance  $d$  de la lentille.

On rappelle la formule de conjugaison permettant de relier la position de l'image  $A'$  d'un point objet  $A$  formée par une lentille de centre  $O$  et de distance focale image  $f'$  :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

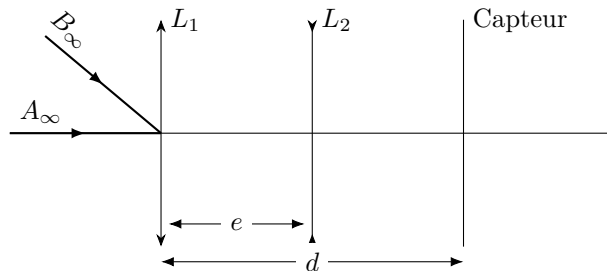
1. Faire un schéma de l'appareil photo ainsi modélisé en faisant apparaître un objet et son image sur le capteur. Expliquer succinctement son fonctionnement.
2. Où doit-on placer l'objectif par rapport au capteur pour obtenir une image nette d'un objet très éloigné? On dit alors que l'objectif est réglé sur l'infini.
3. On souhaite maintenant produire une image nette sur le capteur d'un objet qui se situe à 1,20 m de la lentille, quelle doit être alors la distance  $d$ ?
4. Expliquer comment on procède pour *faire la mise au point* avec cet appareil.
5. On photographie une tour de 50 m de hauteur située à une distance de 100 m. Calculer la hauteur de l'image de la tour sur le capteur.
6. Le capteur a la forme d'un rectangle de hauteur  $a = 24$  mm et de largeur  $b = 36$  mm. Calculer la hauteur maximale d'un objet situé à une distance de 100 m pour que son image soit entièrement sur le capteur. (l'appareil photo est tenu horizontalement)
7. On ajoute juste après la lentille un diaphragme circulaire de diamètre  $D$  qui limite la taille du faisceau entrant dans la lentille. Quelle est l'influence de la taille du diaphragme sur l'image projetée sur le capteur?
8. L'objectif étant réglé sur l'infini, un point  $A$  de l'axe optique à une distance  $AO$  finie de l'objectif ne produit pas sur l'écran une image nette mais une tache. Faire un schéma qui le montre. À quelle condition sur la taille de cette tache, l'image enregistrée par le capteur restera-t-elle nette?
9. Les pixels du capteur de l'appareil sont des carrés de  $\delta = 10$   $\mu\text{m}$  de côté. Exprimer la distance minimale  $A_0O$  pour laquelle l'image enregistrée reste nette en fonction de  $D$ ,  $f'$  et  $\delta$ . Faire l'application numérique pour un diaphragme dont l'ouverture est de 20 mm puis pour une ouverture de 5 mm
10. Lorsque l'objectif fait la mise au point sur un point  $A$  de l'axe optique, la distance  $\Delta D$  autour de  $A$  sur laquelle un objet produira une image nette s'appelle la *profondeur de champ*. Comment évolue la profondeur de champ en fonction de l'ouverture du diaphragme?
11. La série de photographies représentée sur la figure 1 a été prise avec le même appareil photo en changeant uniquement l'ouverture du diaphragme. Pour quelle photo le diaphragme est-il le plus ouvert? le plus fermé?



FIGURE 1 – Série de photos prises avec des ouvertures différentes

**Exercice 2 : LE TÉLÉOBJECTIF**

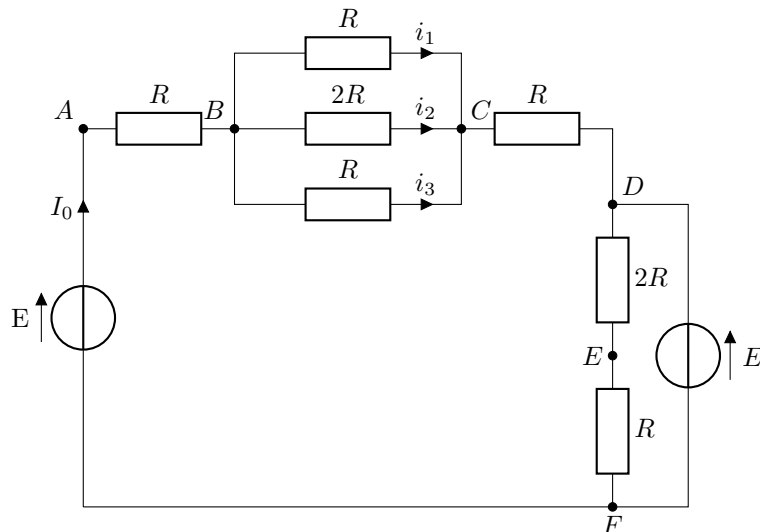
Un téléobjectif d'appareil photo est formé de deux lentilles minces  $L_1$  et  $L_2$  distantes de  $e = 2$  cm. La lentille  $L_1$  est convergente de distance focale image  $f'_1 = 6$  cm et la lentille  $L_2$  est divergente de distance focale objet  $f_2 = 8$  cm. Le capteur est placée à la distance  $d$  de  $L_1$  (voir figure).



1. Reproduire le schéma à l'échelle en indiquant la position des foyers principaux  $F_1, F'_1, F_2, F'_2$  des deux lentilles.
2. Un objet  $A_\infty B_\infty$  situé à l'infini est vu sous un diamètre angulaire  $\alpha$ . Construire l'image  $A_1 B_1$  formée par la lentille  $L_1$  puis l'image finale  $A_2 B_2$  formée par la lentille  $L_2$
3. Déterminer la valeur de  $d$  pour que l'image de  $A_\infty B_\infty$  soit nette sur le capteur. Le téléobjectif fait alors la mise au point à l'infini.
4. Exprimer la dimension de l'image  $A_1 B_1$  en fonction de  $\alpha$  et  $f'_1$ .
5. Exprimer la dimension de l'image  $A_2 B_2$  en fonction de  $f'_1, f_2, e$  et  $\alpha$ . Faire l'application numérique pour  $\alpha = 3 \times 10^{-4}$  rad.
6. Quelle serait la longueur focale d'une lentille convergente simple qui donnerait une image de taille identique? Quelle devrait être alors la distance  $d$  entre la lentille et le capteur.
7. Conclure sur l'intérêt d'un montage de type téléobjectif relativement à son encombrement.

**Exercice 3 : ANALYSE D'UN CIRCUIT**

On considère le circuit ci-dessous :



On prendra  $E = 5$  V,  $E' = 3$  V et  $R = 100 \Omega$ .

1. Déterminer la valeur de  $U_{EF}$ .
2. Calculer la valeur de  $I_0$ .
3. Calculer la puissance fournie par le générateur de f.e.m.  $E'$ .
4. Calculer les valeurs de  $i_1, i_2$  et  $i_3$ .