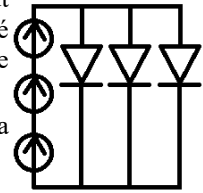


Résolution de problème.

1. Pour alimenter les trois LED afin que toutes les couleurs du spectre soient produites, il faut que la tension fournie à chacune dépasse toutes les valeurs du tableau. La seule possibilité est alors de placer les trois piles en série afin qu'elles délivrent une tension totale $3 \cdot U_{pile} = 4,5 \text{ V}$ avec $U_{pile} = 1,5 \text{ V}$. Les trois LED doivent alors être montées en parallèle.



2. D'après la photo, chaque pile peut fournir une charge électrique totale de 800mAh, la charge électrique totale disponible est alors $Q = 2,4 \text{ Ah} = 8,6 \cdot 10^3 \text{ C}$.

L'énergie électrique totale fournie par les trois piles est alors $E = U_{pile} \cdot Q$

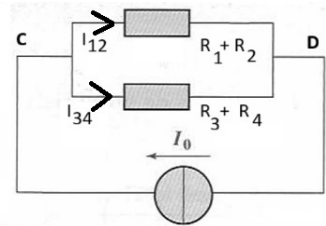
L'énergie électrique consommée par les LED s'écrit sous la forme $E = P \cdot \Delta t$ où P est la puissance électrique consommée par les LED, on en déduit l'autonomie de la lampe $\Delta t = \frac{U_{pile} Q}{P}$

L'évaluation donne : $\Delta t \approx 43 \text{ min}$ L'ordre de grandeur est probablement correct mais semble sous évalué. Les batteries modernes présentent des charges disponibles plus importantes pour allonger cette durée.

Problème 1 : pont de mesure de température.

3. On associe les résistances en série dans les deux branches puis on écrit le diviseur de courant dans les deux branches ce qui donne

$$I_{12} = \frac{\frac{1}{R_1 + R_2}}{\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}} I_0 \text{ puis } I_{12} = \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} I_0 \text{ et } I_{34} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} I_0$$



4. Par une relation de Chasles $U_{AB} = U_{AC} + U_{CB}$

Les lois d'Ohm donnent $U_{AC} = -R_1 I_{12}$ (conv géné) et $U_{CB} = R_4 I_{34}$ (conv recep) d'où $U_{AB} = \frac{R_2 R_4 - R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} I_0$

5. Pour que la tension soit nulle, il faut vérifier la condition $R_2 R_4 = R_1 R_3$.

6. Le pont est équilibré et vérifie donc la relation précédente, on en déduit $R = X_0 (1 + a \theta_0)$

7. On reprend l'expression de la q2 $u_{AB} = \frac{-r X_0 a \delta \theta}{X_0 (2 + 2a \theta_0 + a \delta \theta) + 2r} I_0$

Puisque $\delta \theta$ est très petit devant θ_0 on peut simplifier cette expression à $u_{AB} = \frac{-r X_0 a \delta \theta}{2 X_0 (1 + a \theta_0) + 2r} I_0$

8. D'après le circuit la fem e_0 fait apparaître une tension $u_{AB} = e_0$

9. Il faut que la tension parasite soit négligeable devant celle qui apparaît dans le circuit lors des variations de température. $e_0 \ll \frac{r X_0 a \delta \theta}{2 X_0 (1 + a \theta_0) + 2r} I_0$ l'application numérique donne $e_0 \ll 4,8 \text{ mV}$

Préliminaire : conditions de Gauss

1. Les conditions de Gauss sont les suivantes :

- Les rayons lumineux considérés sont peu inclinés par rapport à l'axe optique. L'angle entre le rayon lumineux incident et l'axe optique ne doit pas excéder en pratique les 10° .
- Les rayons lumineux sont proches de l'axe optique. La distance entre le rayon lumineux et l'axe optique au voisinage de la lentille devra être petite devant une distance caractéristique (en général, cette distance sera la distance focale).

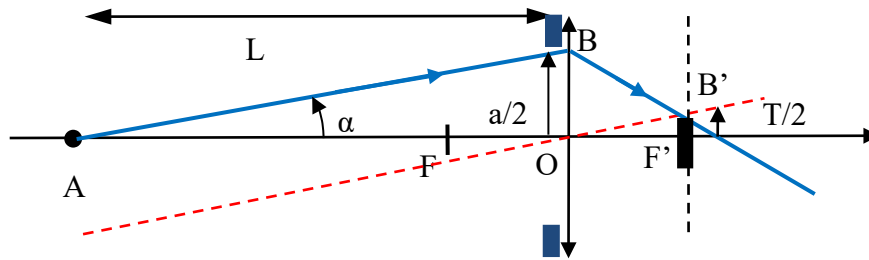
2. Lorsqu'on se place dans les conditions de Gauss, les lentilles minces sont :

- Stigmatique au sens approché du terme. pour un couple de points A et A' si et seulement si les rayons lumineux issus de A passent au voisinage de A' après avoir traversé le système optique.
- Aplanétique au sens approché du terme. Il donne d'un objet étendu dans un plan de front, une image située dans un (autre) plan de front du système optique.

Problème 2 : l'appareil photographique

Objet quasiment à l'infini, réalisation de photo de paysage.

1. Lorsque l'objet est situé à l'infini, l'image est située dans le plan focal image, on en déduit que le tirage est nul $t = 0$.
2. On réalise le schéma ci dessous où on met en place la méthode de l'objet à l'infini pour tracer le rayon émergent de l'objectif issu du rayon incident passant par le point à une distance L sur l'axe optique et par le bord du diaphragme.



Dans ABO $\tan \alpha = \frac{a/2}{L}$ et dans OF'B' $\tan \alpha = \frac{T/2}{f_1'}$ ce qui donne $T = \frac{af_1'}{L}$ A.N : $T = 6,0 \cdot 10^{-6} m$.

3. La tache image sera vue nette sur le capteur CCD si elle est suffisamment petite pour se localiser sur un seul pixel de la caméra. Elle est alors confondue avec une image parfaitement ponctuelle.

Pour que cette confusion puisse se faire, **il faut que la taille d'un pixel se confonde avec T.**

4. D étant très grand devant f_1' , on peut faire l'approximation d'un objet quasiment à l'infini et d'une image dans le plan focal image. On en déduit $\overline{OA} = -D$ et $\overline{OA'} = f_1'$

Dans la relation de grandissement avec origine au centre $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -\frac{f_1'}{D}$

On obtient $\overline{A'B'} = -\frac{f_1'}{D} h$ A.N : $\overline{A'B'} = -2,50 mm$

L'image obtenue sera inversée car la taille algébrique est négative. Elle présente une taille de l'ordre de 28 % de la hauteur du capteur CCD ce qui est un peu petit pour une faire une photographie correcte du bâtiment.

Influence de la focale.

5. La taille h et la distance D n'étant pas modifiées, on peut augmenter la taille de l'image obtenue sur le capteur CCD en augmentant la distance focale.

6. On utilise toujours la même approximation d'un bâtiment quasiment à l'infini $\overline{O_1 A_1} = f_1'$

On en déduit par relation de Chasles $\overline{O_2 A_1} = \overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 A_1} = f_1' - e$

7. On souhaite que l'image finale soit réelle, il faut donc que $\overline{O_2 A'} > 0$

Avec la relation de conjugaison avec origine au centre $-\frac{1}{\overline{O_2 A_1}} + \frac{1}{\overline{O_2 A'}} = \frac{1}{f_2'}$ on obtient $\frac{1}{\overline{O_2 A'}} = \frac{1}{f_2'} + \frac{1}{f_1' - e} > 0$

il faut donc vérifier $\frac{1}{f_1' - e} > \frac{1}{-f_2'}$ ce qui est possible si $f_1' - e > 0$ puisque $(-f_2') > 0$ et si $f_1' - e < -f_2'$

Conclusion, pour que l'image finale soit réelle il faut que $f_1' + f_2' < e < f_1'$

8. Avec les valeurs fournies, on respecte bien la condition précédente car $30 mm < 38 mm < 50 mm$

9. On reprend la relation de conjugaison $\frac{1}{\overline{O_2 A'}} = \frac{1}{f_2'} + \frac{1}{f_1' - e}$ ce qui donne $\overline{O_2 A'} = \frac{f_2'(f_1' - e)}{f_1' + f_2' - e}$

Pour la lentille 1 le grandissement est $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1 A_1}}{\overline{OA}} = -\frac{f_1'}{D}$ pour la lentille 2 il est

$$\gamma_2 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1 B_1}} = \frac{\overline{O_2 A'}}{\overline{O_2 A_1}} = \frac{f_2'}{f_1' + f_2' - e} \text{ La taille finale de l'image est alors } \overline{A'B'} = -\frac{f_1' f_2'}{(f_1' + f_2' - e) D} h$$

Les applications numériques donnent $\overline{O_2 A'} = 30,0 mm$ et $\overline{A'B'} = -6,25 mm$

10. Dans la situation lentille (L_1) seule, la distance L_1 -CCD est donc de 50mm et la taille de l'image de 2,5mm. Dans la situation lentille (L_1)+(L_2), la distance L_1 -CCD est maintenant de $\overline{O_1 A'} = \overline{O_1 O_2} + \overline{O_2 A'} = 68 mm$ et la taille de l'image est de 6,25mm.

Le grandissement total du système est multiplier par 2,5 en utilisant le téléobjectif, avec un encombrement de l'appareil multiplié par 2 qui reste acceptable.

Réglage de différents paramètres lors d'une prise de vue.

11. En choisissant de rester avec la même sensibilité ISO100, qui est la valeur minimale qu'on peut employer, le photographe s'assure que le bruit lumineux sur sa prise de vue reste minimal.
12. En modifiant l'ouverture de f/4 à f/8, le photographe divise par deux l'aire de la surface délimitée par le diaphragme ce qui laissera passer deux fois moins d'intensité lumineuse. Pour obtenir la même exposition, il faudra donc augmenter la durée de la prise de vue en la multipliant par deux, ce qui donne une vitesse de 1/125s.

13. La profondeur de champ est directement influencée par l'ouverture. Lorsque l'ouverture diminue (en passant de $f/4$ à $f/8$), la profondeur de champ augmente, la seconde prise de vue offrira donc une profondeur de champ augmentée.
14. Si la prise de vue est plus longue, il y a plus de risque qu'un mouvement de la personne photographiée soit visible. Comme on augmente la durée de la prise de vue dans le second cas, le risque d'observer un flou de bougé est plus grand.

On peut cependant remarquer que les temps d'exposition sont très faibles, inférieurs à un centième de seconde et que les flous de bougé sur des durées aussi faibles sont assez peu probables. Pour comparaison, un clignement d'œil présente une durée typique de un dixième de seconde soit dix fois plus que les temps d'exposition envisagés.

Problème 3 : Etude d'une lunette astronomique.

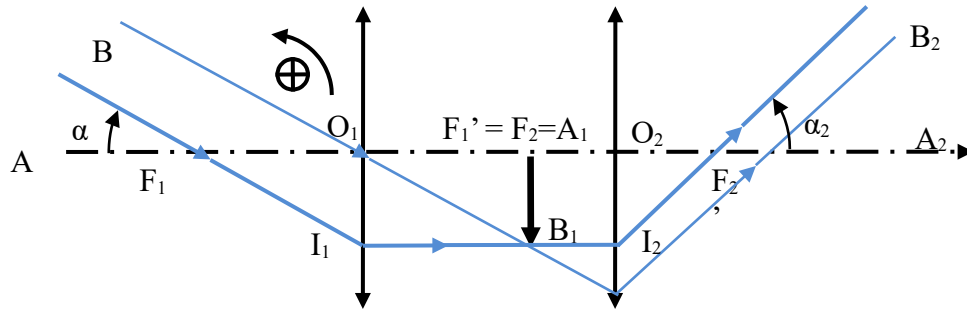
1. Lorsque l'œil observe des images sans accommoder, on réduit la fatigue oculaire. L'image finale A_2B_2 doit se situer à l'infini, point observé par un œil emmétrope sans accommodation. La lunette fait d'un objet à l'infini une image à l'infini, il s'agit d'un système afocal.

2. L'image intermédiaire est conjuguée d'un point objet à l'infini et se forme donc dans le plan focal image de l'objectif. Pour que l'oculaire en fasse une image renvoyée à l'infini, elle doit se situer dans le plan focal objet de l'oculaire.

On en conclut que $A_1 = F_1' = F_2$, et donc que $\Delta = \overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_2O_2}$

Finalement : $\Delta = f_1' + f_2'$ A.N : $\Delta_{10} = 710\text{mm}$ et $\Delta_{25} = 725\text{mm}$

3. Schéma de la lunette :



4. Dans le triangle $O_1I_1F_1$: $\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{f_1'}$; Dans le triangle $O_2I_2F_2$: $\tan \alpha_2 = -\frac{A_1B_1}{f_2'}$

Dans les conditions de Gauss, $\tan \alpha \approx \alpha$ et $\tan \alpha_2 \approx \alpha_2$ d'où : $G = \frac{\alpha_2}{\alpha} = -\frac{f_1'}{f_2'}$ A.N : $G_{10} = -70$ et $G_{25} = -28$

5. On constate pour la lunette astronomique que le grossissement est très important et qu'il est négatif. Pour ce type d'instrument il est alors contre-intuitif de se déplacer dans le champ d'observation puisqu'un objet vu à gauche en sortie de lunette est en fait à droite dans le champ d'observation. De plus le fort grossissement rend le champ observé très instable quand on bouge la lunette à la main. Le chercheur est une lunette de grossissement positif mais plus faible en valeur absolue qui permet de se repérer dans le ciel et de recadrer le champ d'observation de la lunette.

6. Pour déterminer $\overline{F_2'C}$ avec C conjugué de O_1 par l'oculaire :

On constate qu'on connaît $\overline{F_2'O_1} = \overline{F_1'O_1} = -f_1'$ et par une relation de conjugaison de Newton, on obtient :

$$\overline{F_2'C} \overline{F_2'O_1} = -f_2'^2 \text{ ce qui donne : } \overline{F_2'C} = \frac{f_2'^2}{f_1'}$$

7. Pour obtenir le diamètre de ce cercle oculaire, on écrit alors une relation de grandissement avec origine au foyer image : $\gamma = \pm \frac{a_C}{a_1} = -\frac{\overline{F_2'C}}{f_2'}$. On constate que le grandissement est négatif et que le diamètre

$$\text{du cercle oculaire s'exprime alors : } a_C = \frac{f_2'}{f_1'} a_1$$

8. A.N : $a_{C,10} = 1\text{mm}$ et $a_{C,25} = 2,5\text{mm}$. Ces deux valeurs sont bien comprises entre $a_{\min}$ et $a_{\max}$. La lunette est donc bien conçue pour ces deux objectifs.