

Devoir surveillé n° 2

Durée : 3 heures

- ✓ *La calculatrice est autorisée.*
- ✓ *Les réponses doivent être **justifiées**.*
- ✓ *Toute application numérique sans unité ne donnera aucun point.*
- ✓ *Toute réponse non homogène ne sera pas corrigée.*
- ✓ **Critères de présentation** : un malus sera attribué à la copie sur le total selon la règle suivante, -1 si 1 ou 2 critères non respectés, -2 si 3 ou 4, -3 si 5 ou 6.

Critère	Indicateur
<i>Lisibilité de l'écriture</i>	<i>L'écriture ne ralentit pas la lecture.</i>
<i>Respect de la langue</i>	<i>La copie ne comporte pas (ou très peu) de fautes d'orthographe ou de grammaire.</i>
<i>Clarté de l'expression</i>	<i>Le raisonnement de l'élève est compréhensible dès la 1^{ère} lecture</i>
<i>Propreté de la copie</i>	<i>La copie comporte peu de ratures, les parties à ne pas prendre en compte sont soigneusement barrées.</i>
<i>Mise en évidence des résultats</i>	<i>Résultats encadrés ou soulignés</i>
<i>Identification des questions et pagination</i>	<i>Les différentes parties du sujet sont bien identifiées et les réponses sont numérotées avec le numéro de la question. La pagination est correctement effectuée.</i>

Exercice 1 : Conception d'un projecteur de diapositives

Dans l'ensemble de ce problème, on supposera qu'on se trouve dans les conditions de Gauss.

On étudie un projecteur de diapositive ($24\text{ mm} \times 36\text{ mm}$). Dans un premier temps, on utilise le montage de la **figure 1** qui comprend une source lumineuse (que l'on supposera ponctuelle) située sur l'axe optique en un point S , en amont d'un diaphragme et un diffuseur épais permettant d'obtenir un éclairement homogène. La diapositive est insérée horizontalement et centrée en I sur l'axe optique juste devant le diffuseur.

L'objectif est constitué d'une lentille convergente (C_1) de focale f' .

L'écran est situé en E à la distance l du centre optique O de la lentille mince (C_1). Dans cette partie du problème, on notera e la distance IF et m la distance $F'E$.

- Q1.** On veut obtenir une image de $1,20\text{ m}$ de hauteur. Quel est le grandissement transversal γ nécessaire ? Commenter le signe.

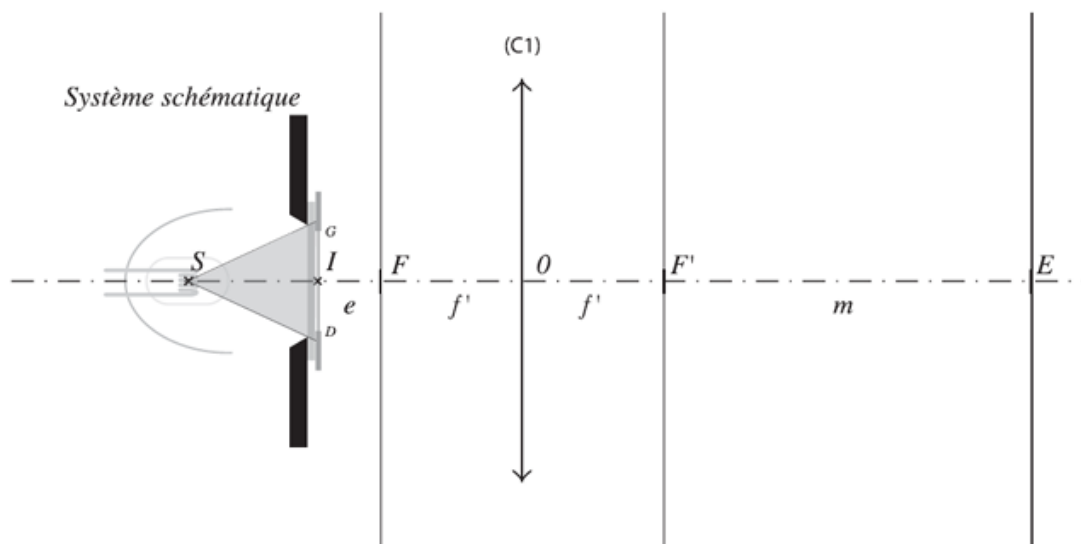


Figure 1 : Vue du projecteur de diapositives

- Q2. Tracer, sur la **figure 1** du document réponse, G' et D' les images des points G et D représentant respectivement les bords gauches et droits de la diapositive. Dans quel sens faut-il monter la diapositive ? Justifier votre réponse.
- Q3. Déterminer les expressions de e , m et f' en fonction du grandissement transversal γ et de l . Faire les applications numériques pour le grandissement souhaité et $l = 3\text{ m}$.
- Q4. On souhaite pouvoir obtenir une image nette par déplacement de l'objectif pour des distances l comprises entre $l_1 = 2\text{ m}$ et $l_2 = 5\text{ m}$. On note $O_{\min}$ et $O_{\max}$ les deux positions extrêmes de la lentille correspondantes. Exprimer, en fonction de f' , l_1 et l_2 , la course d nécessaire de l'objectif. Faire l'application numérique. Commenter.
- Q5. Quelles sont les grandissements et hauteur d'images horizontales correspondant à ces deux limites ?
- Q6. Quel intérêt/inconvénient voyez-vous à utiliser toute la surface de la lentille ?

Projecteur de seconde génération

Dans un projecteur de seconde génération, on modifie le mode d'éclairage de la diapositive en interposant une lentille (C_0) convergente entre la lampe et le diaphragme du montage de la **figure 1**. Cette lentille est en général épaisse, mais pour les besoins de cet exercice, on supposera qu'elle est mince et qu'on se trouve toujours dans les conditions de Gauss (cf. **figure2**). On remplace le diffuseur par un verre parfaitement transparent permettant de séparer thermiquement les deux parties du projecteur. On supposera qu'il est suffisamment fin pour qu'on puisse négliger le décalage de rayons qu'il induit. On a placé la lentille convergente (C_0) de manière à ce que le pinceau lumineux issu de S englobe toute la largeur de la diapositive et se focalise en O , centre optique de la lentille (C_1).

- Q7. Sur la **figure 2** du document réponse :
- tracer l'enveloppe « utile » du pinceau lumineux entre S et E (définie par les rayons limites)
 - construire les images G' et D' de G et D respectivement
 - déterminer graphiquement la position du plan focal image de (C_0)

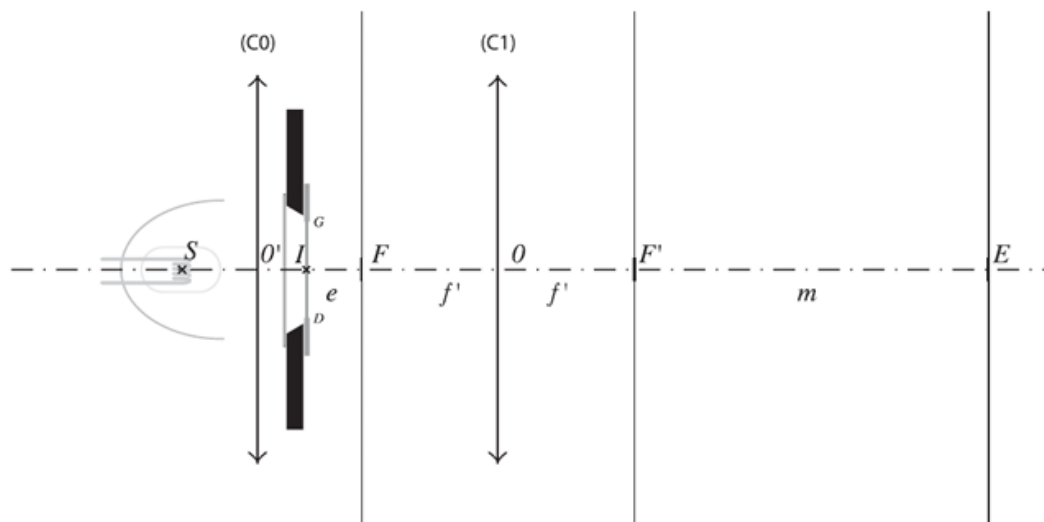


Figure 2 : Projecteur de diapositives de seconde génération

Q8. Exprimer la distance focale image f'_0 de (C_0) en fonction de $\overline{O'O}$ et du grandissement transversal γ_0 associé à (C_0) .

Pour des raisons d'encombrement, on est contraint de fixer la distance $\overline{SI} = D = 5 \text{ cm}$.

Q9. Exprimer la distance $\overline{O'O}$ en fonction de $\overline{OS}$ et γ_0 .

Q10. En déduire l'expression de la distance focale f'_0 de la lentille (C_0) en fonction de f' , l , D et γ_0 .

Q11. L'appareil est réglé pour former une image nette à la distance $l = \overline{OE} = 2 \text{ m}$. Dans cette configuration, $\gamma_0 = -4$. Calculer f'_0 .

Dans le cadre des conditions aux limites imposées pour le réglage de la netteté dans la partie précédente, on a prévu de pouvoir déplacer la lentille (C_1) entre deux positions $O_{\min}$ et $O_{\max}$. Ceci implique un mouvement conjugué de (C_0) entre deux positions $O'_{\min}$ et $O'_{\max}$.

Q12. Etablir l'équation vérifiée par la distance $\overline{SO'}$ pour une valeur de $\overline{SO}$ fixée. Commenter.

Q13. Résoudre l'équation précédente. En déduire les distances $\overline{SO'_{\min}}$ et $\overline{SO'_{\max}}$ extrêmes permettant de respecter les conditions aux limites imposées.

Q14. Quelle est la course d' de la lentille (C_0) ? Comparer à la course d .

Q15. Doit-on toujours mettre la diapositive dans le même sens ?

Q16. Quels sont les avantages à placer (C_1) au point conjugué de S par (C_0) ?

Exercice 2 : Distance hyperfocale d'un appareil photo numérique

En photographie un objet qui ne se trouve pas dans le plan de mise au point peut quand même être vu net, à condition que pour chaque point de l'objet la dimension de la tache image soit inférieure ou égale à la taille δ d'un pixel du capteur. On appelle distance hyperfocale L_H la distance de mise au point minimale qui permet de garantir que les objets à l'infini sont vus quasiment nets sur la photo.

L'objectif est modélisé par une lentille mince convergente de focale $f' = 50 \text{ mm}$, le diaphragme par un cercle de diamètre D .

- Q17.** Schématiser la situation en indiquant les foyers et la position du capteur. Un schéma de principe suffit.
- Q18.** Montrer que $L_H = f' \left(1 + \frac{D}{\delta}\right)$.
- Q19.** Chaque pixel est un carré de côté δ . Le capteur a pour dimensions : $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$ et possède 30 millions de pixels. Calculer δ .
- Q20.** Calculer L_H pour $D = f'/8$.

En photographie de paysage on souhaite généralement obtenir une impression de netteté aussi bien en arrière-plan qu'au premier plan ; pour cela il est avantageux de faire la mise au point sur l'hyperfocale plutôt que sur l'infini.

- Q21.** Montrer que si la mise au point est effectuée sur l'hyperfocale alors le point le plus proche qui peut être vu quasiment net sur la photo se situe à la distance $L = L_H/2$.
- Q22.** Sachant que l'on peut faire varier le diamètre d'ouverture du diaphragme entre $f'/1,8$ et $f'/16$, expliquer quel choix est le plus adapté à la photographie de paysage.
- Q23.** Au-delà d'une certaine limite la qualité d'une photographie se dégrade quand on ferme trop le diaphragme. Quel(s) phénomène(s) peuvent expliquer cette propriété ?

Exercice 3 : Guirlande de Noël

On étudie un système comportant deux guirlandes électriques numérotées 1 et 2 et modélisées par des résistors de résistances identiques $R_1 = R_2 = R = 2 \Omega$. La première guirlande est dédiée à un fonctionnement continu. La seconde est associée avec un interrupteur K en série qui bascule de manière périodique afin de produire un clignotement. On supposera dans cet exercice que la puissance lumineuse fournie par ces guirlandes est proportionnelle à la puissance électrique qu'elles reçoivent.

On considère le circuit de la **figure 3** alimenté par un générateur réel de f.e.m. $E = 6 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 1 \Omega$.

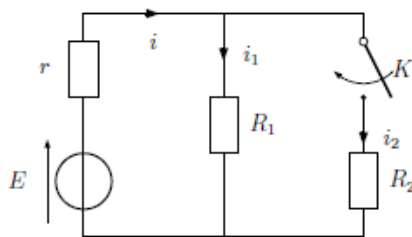


Figure 3

- Q24.** Lorsque l'interrupteur K est ouvert, établir l'expression de l'intensité i_1 , noté $i_{1,o}$, en fonction de E, r et R .
- Q25.** En déduire l'expression de la puissance électrique $P_{1,o}$ reçue par la guirlande R en fonction de E, r et R . La calculer.

On considère maintenant le cas où l'interrupteur K est fermé.

- Q26.** Exprimer les courants $i_{1,f}$ et $i_{2,f}$ circulant dans les deux guirlandes en fonction de E, r et R .
- Q27.** Quelles sont alors les puissances $P_{1,f}$ et $P_{2,f}$ reçues par les deux guirlandes en fonction de E, r et R ?

- Q28.** La puissance reçue par la première guirlande est-elle identique lors les deux régimes étudiés ? Commenter.
- Q29.** Comment doit-on choisir r par rapport à R pour limiter cet effet ? Cette condition est-elle vérifiée pour les valeurs de r et R ?.

Vous devez maintenant réaliser une guirlande de Noël avec le cahier des charges suivant :

- *Le nombre d'ampoules doit être le plus élevé possible*
 - *Si une ampoule est détériorée (assimilable à un interrupteur ouvert), les autres ampoules doivent continuer à s'illuminer.*
 - *Vous devez utiliser une pile de fem $E = 12,5 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 5 \Omega$*
 - *Vous devez utiliser des ampoules assimilables à des résistances $R = 500 \Omega$ et qui s'illuminent tant que la tension à leur borne est supérieure à 2 V .*
- Q30.** Proposer un montage puis, à l'aide d'un schéma équivalent, déterminer le nombre maximum d'ampoules pour votre guirlande.

FIN

Nom -Prénom :

Document réponse

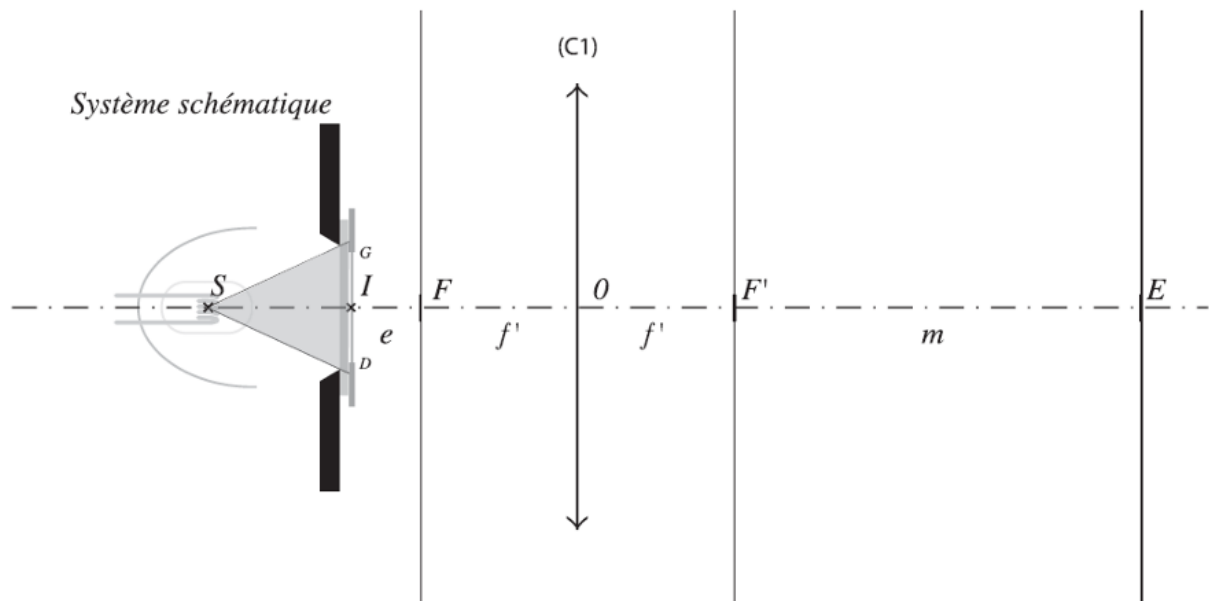


Figure 1 : Vue du projecteur de diapositives

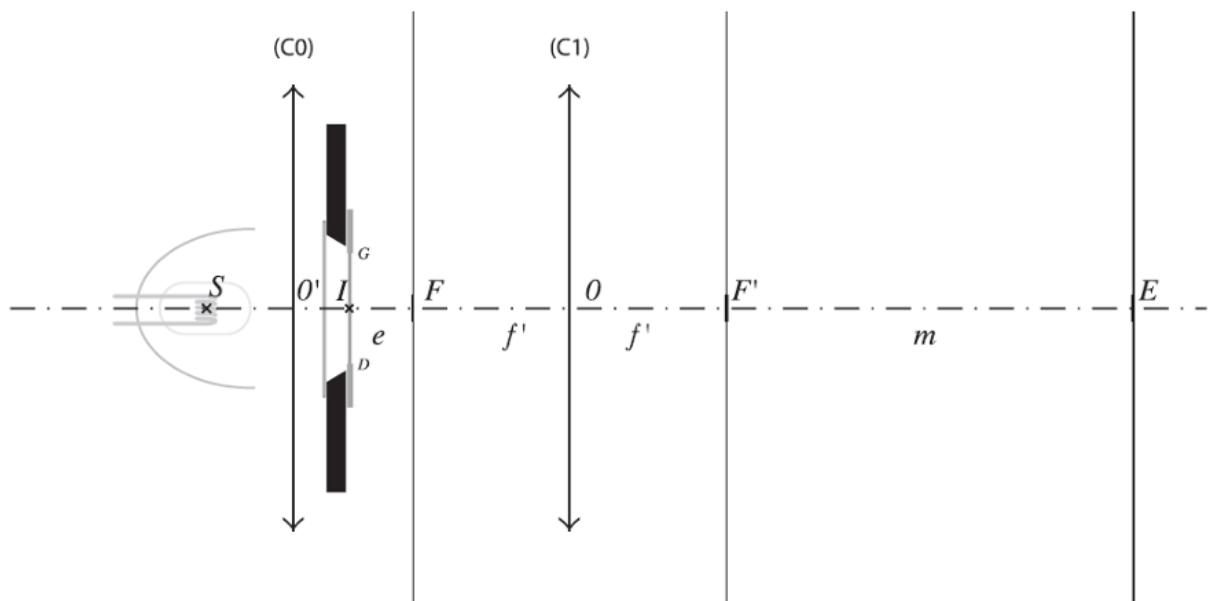


Figure 2 : Projecteur de diapositives de seconde génération