

LP9 : Image et couleur

Leçon par Raphaël

Élément imposé : Aberrations chromatiques (manipulation et explication qualitative)

Niveau : 1ere générale spécialité En 1ere spé on ferait (voir plan Naia)

Problématique : Comment obtient-on des images et des couleurs ?

1. Obtention d'une image à l'aide d'une lentille mince
 - (a) Formation de l'image image
 - (b) Position de l'image
 - (c) Taille de l'image
2. Couleur de l'image
 - (a) Synthèse additive et soustractive
 - (b) Vision des couleurs

Rq : le plan présenté ici est possible en 1ere SPCL

| A) Images et couleurs | |
|---|---|
| Relation de conjugaison d'une lentille mince convergente. Grandissement. Image réelle, image virtuelle, image droite, image renversée. | Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel. Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente. <i>Estimer la distance focale d'une lentille mince convergente.</i> <i>Tester la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente.</i> <i>Réaliser une mise au point en modifiant soit la distance focale de la lentille convergente soit la géométrie du montage optique.</i> Capacités mathématiques : Utiliser le théorème de Thalès. Utiliser des grandeurs algébriques. |
| Couleur blanche, couleurs complémentaires. Couleur des objets. Synthèse additive, synthèse soustractive. Absorption, diffusion, transmission. Vision des couleurs et trichromie. | Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter. Interpréter la couleur perçue d'un objet à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission. Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente. <i>Illustrer les notions de synthèse additive, de synthèse soustractive et de couleur des objets.</i> |

Figure 1: Extraits du programme de 1ere Spécialité concernant l'image et la couleur

Car les élèves ont déjà eu le programme de seconde sur lequel on s'appuie (programme spiralaire)

Prérequis :

- optique de seconde
- Lentille mince
- Image réelle
- Distance focale
- Grandissement
- Dispersion (prisme)
- Snell-Descartes

- Cours d'optique de première : formation d'image (image réelle, virtuelle et lentilles) on aura après des applications

On focus sur un système concret : l'appareil photographique

Difficultés :

- Intégrer le vocabulaire spécifique associé à la formation d'images (réelle, virtuelle)
- tracé de rayons (comprendre comment ils sont tracés)
- Différencier synthèse additive et soustractive

séquence pédagogique TP : Utilisation de filtres colorés pour faire de la synthèse additive et soustractive et utilisation des systèmes étudiés précédemment

TD : activité documentaire étude de l'oeil et ses défauts + Autres systèmes optiques

Objectif : revoir les notions d'optiques vues précédemment et voir la formation d'image

Bibliographie

- Howard Optique
- Le livre scolaire 1ere PC
- Hachette Physique Chimie 1ere S
- Belin 2nde Physique Chimie
- Bordas 1ere PC enseignement de spécialité
- Manip : Vérification de la relation de conjugaison ici

Contents

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | L'appareil photo, un système optique | 2 |
| 1.1 | Description de l'appareil photo | 2 |
| 1.2 | Formation d'image | 3 |
| 1.3 | Profondeur de champ | 3 |
| 2 | Couleur de l'image | 3 |
| 2.1 | Interaction entre la lumière et les objets | 3 |
| 2.2 | Synthèse additive et soustractive | 4 |
| 3 | Aberrations optiques | 4 |

Introduction

L'appareil photo de type réflex et non smartphone car autre technologie et on a déjà vu des photos avec des problèmes de couleur. Ici, on s'intéresse à pour quoi on en a et comment les corriger.

1 L'appareil photo, un système optique

1.1 Description de l'appareil photo

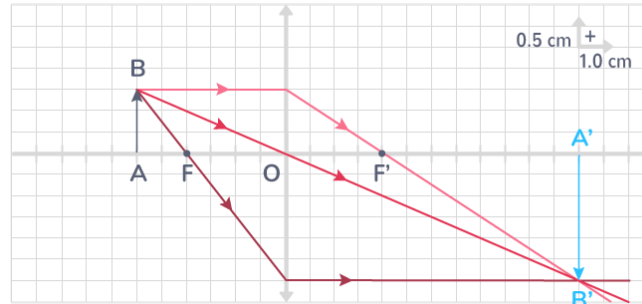
On a l'association d'une lentille convergente et d'un écran.

Pour avoir une image nette, on fait la **mise au point** : Ensemble des réglages permettant l'obtention d'une *image nette* sur l'écran.

Dans le cas de l'appareil photo, pour avoir une image nette on fait varier la distance entre la lentille et l'écran.

1.2 Formation d'image

tout au tableau On commence le tracé par un rayon qui passe par le centre optique qui n'est pas dévié par la lentille. On a aussi un rayon parallèle à l'axe optique qui passe par le foyer image. On oriente bien les rayons lumineux. On forme alors l'objet en A'B' et ici il n'est pas sur l'écran donc on aura une image floue.



On passe ensuite à la manipulation : on a un filtre anticalorique et un diaphragme qui sont des artefacts de la manipulation et non dans l'appareil photo. On a alors une position de la lentille pour laquelle l'image est formée sur l'écran.

On peut prévoir cette position grâce aux lois de conjugaison de Descartes : $\frac{1}{f} = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA}$. On pourra alors comparer cette valeur trouvée avec la focale indiquée par le fabricant. On le fera en TP.

On voit que l'image a une taille différente de l'objet. On introduit alors le facteur de grandissement γ . $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$ suivant si l'image est renversée ou non on a plusieurs cas : tableau avec $\gamma < 0$ ou > 0 et $|\gamma| < 1$ ou > 1 : renversée et agrandie ou droite et agrandie/ rétrécie.

On a vu comment former une image avec un appareil photo mais d'autres paramètres sont intéressants.

1.3 Profondeur de champ

Profondeur de champ : Plage de distance nette sur une photographie. Sur la photo du diapo, seul le premier plan est net.

On met deux images et on ajoute un diaphragme avant la lentille. Si on fait la mise au point sur la tête de fourier et qu'on ferme le diaphragme, on voit l'arbre mais on diminue la lumière. On devra donc faire des compromis pour notre photo.

On a alors vu comment former une image.

2 Couleur de l'image

2.1 Interaction entre la lumière et les objets

La lumière interagit différemment avec les objets, on a trois comportements :

- Absorption : la lumière n'est ni diffusée ni transmise ni diffusée par l'objet, il y a conversion en un autre type d'énergie comme l'énergie thermique.
- Diffusion : La lumière est réémise par la surface de l'objet dans toutes les directions.
- Transmission : La lumière traverse l'objet sans changer de direction.

On va pouvoir comprendre les couleurs à partir de ça. Sur un écran, synthèse additive, soustractive. Sur un smartphone, sur un appareil argentique, sur l'imprimerie.

2.2 Synthèse additive et soustractive

Cercle chromatique de la synthèse additive : On obtient des couleurs par superposition de lumières colorées. Les trois couleurs primaires sont le bleu, le vert et le rouge. Si on les superpose en proportions égales, on obtient de la lumière blanche. Notre oeil fonctionne d'ailleurs sur la captation de ces trois couleurs.

Ce qui est important ici est la notion de couleurs complémentaires : les couleurs dont la superposition produit une lumière blanche. L'absence de couleur correspond alors au noir.

Dans la synthèse soustractive, on a l'opposé de la synthèse additive dans le cercle chromatique : l'absence de couleur est le blanc et les couleurs primaires sont le cyan, le jaune et le magenta.

Il s'agit de l'obtention de couleur par ajout de filtres colorés.

Donc pourquoi des couleurs peuvent apparaître sur nos photographies ?

3 Aberrations optiques

On en a plusieurs mais celle qui nous intéressent sont les aberrations chromatiques, découvertes par Newton. Particulièrement importantes dans la photo et dans l'astronomie.

On sait que le verre est dispersif : si on met une lumière au travers d'un prisme, on obtient un arc-en-ciel.

A quoi est-dû ce phénomène ? L'indice de réfraction dépend de la longueur d'onde.

Milieu dispersif : Milieu dans lequel la vitesse de propagation de la lumière dépend de la longueur d'onde et $n = \frac{c}{v}$.

Avec les lois de Snell-Descartes, on a le rayon incident et réfractés sont dans le même plan et $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ on a alors des angles plus ou moins grand selon la longueur d'onde. Si on fait passer la lumière par les côtés de la grosse lentille, on voit des irisations avec des couleurs différencier. Pour les corriger, on utilisera une lentille achromate.

Conclusion

On a alors présenté un nouvel instrument et on a compris comment on a des nouvelles couleurs à partir de la lumière blanche

Question

- Qu'observe-t-on avec la grosse lentille ? Les irisations qui vont du rouge au bleu. On voit les aberrations transversales et longitudinales où on voit le point où tous les rayons convergent et le bleu sort en premier.
- Comment on aurait pu le montrer avec le montage ? On peut utiliser des filtres après la lampe pour voir que le bleu sort avant le rouge.
- Comment le montrer aux élèves ? On met un filtre, on mesure OA' puis on filtre l'autre couleur et on mesure OA' sur le banc optique avec des filtres bleus puis rouge. Les deux foyers sont alors différents.
- qu'est-ce qu'un achroma ? Deux lentilles accolées : une divergente et une convergente avec un verre flint (contient pb qui disperse beaucoup) et un verre crown qui disperse très peu. On a alors les longueurs d'onde qui sont à la même vitesse. On a l'épaisseur des verres qui joue.
- Comment on ferait expérimentalement pour obtenir l'indice de réfraction en fonction de la longueur d'onde ? On prend un disque optique avec un demi cylindre pour snell descartes et on envoi dessus une longueur d'onde sélectionnée par un prisme. On ferait tracer $\sin i_2$ en fonction de $\sin i_1$ et on relève n_2 puis on trace n_2 en fonction de λ .
- Que vaut l'indice de l'air ? 1,000
- Quelle est la relation entre l'indice et la longueur d'onde ? Loi de Cauchy en $\frac{1}{\lambda^2}$
- Pourquoi du noir dans l'imprimerie ? On obtient un noir plus intense qu'avec la superposition de CMJ
- Distorsion en barillet/coussinnet ? Ce sont des aberrations géométriques, on se place dans les conditions de Gauss

- Qu'est-ce que l'absorption ? Modèle du corps noir ou spectrophotométrie. Relation entre l'intensité qui est incidente et l'intensité transmise ? On a la loi de Beer-Lambert. Et $I_T = I_0 \exp -\epsilon lc$
- Différence entre grossissement et grandissement ? Grossissement c'est le rapport entre la tangente des deux angles et dans les conditions de gauss, tan est environ l'angle.
- Normalement sur les schéma avec les lentilles, on met les foyers.
- Relation entre le foyer de la longueur d'onde et la longueur d'onde ? Relation des lunettier : $\frac{1}{f'} = (n(\lambda) - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$
- Les lentilles sont elles stigmatiques ? Approchées car seul le miroir plan est stigmatique rigoureux. On a la relation des sinus d'Abbe.
- Filtre anticalorique ? Protège les lentilles des rayons infrarouges de l'EXPLOSION !
- Dans le montage, fourier n'était pas très grand ? On aurait pu faire le zoom avec l'appareil photo : remplacer la lentille de 10mm par 100mm.
- Valeur de la république : un élève se brûle avec les lampes chaudes en optique, que faire ?

Retours

- Pour la profondeur de champ, mieux en STL