Lentilles minces dans l'approximation de Gauss, indications

1. Tracé de rayons Utiliser la notion de foyer secondaire pour déterminer comment sort un rayon incident ou rentre un rayon émergent.

2. Relation de conjugaison Bien regarder le signe de $\overline{\mathrm{OA}}$. Utiliser la relation de Descartes pour trouver $\overline{\mathrm{OA'}}$. Une fois connue la position de l'image, utiliser le lien de γ avec $\overline{\mathrm{OA'}}$ et $\overline{\mathrm{OA}}$ pour déterminer les caractéristiques de l'image (renversée ou droite, agrandie ou rapetissée).

3. Soirée diapos Utiliser la relation de Descartes pour remonter à la position de l'objet et l'utiliser pour calculer γ afin d'en déduire la taille de l'image connaissant celle de l'objet. Le signe de γ donne l'information sur l'orientation relative de l'objet eet de l'image.

4. Sens unique Exprimer p' et en fonction de p (ou x' en fonction de x si vous préférez Newton) et regarder ce que l'on peut dire sur le signe de la dérivée de l'un par rapport à l'autre.

5. Convergence ou divergence ? Faire un schéma dans les deux cas pour chaque lentille : objet sur la lentille puis objet légèrement devant.

On peut aussi exprimer γ en fonction de p et calculer $\dfrac{\mathrm{d}\gamma}{\mathrm{d}p}$ puis interpréter le signe en conséquence.

6. Myopie L'énoncé propose de faire une résolution graphique. Il faut donc faire un bon schéma en plaçant correctement l'objet et la lentille. Attention au fait que ladite lentille est divergente.

7. Distance minimale Plusieurs manières de faire, mais cela commence toujours par écrire l'expression de $\mathrm{D} = \overline{\mathrm{AA'}}$ en introduisant le ou les points intermédiaires adéquats. Pour trouver le minimum, soit exprimer D en fonction de p et calculer le point d'annulation de la dérivée, soit chercher l'inégalité sur le discriminant du trinôme qui détermine les valeurs possibles de p pour qu'elles existent et en déduire une valeur minimale de D.

8. Sherlock On cherche deux inconnues p et p'. Il faut donc deux équations qui les relient aux données. L'une d'elle est la relation de Descartes, l'autre est le lien avec le grandissement γ. Attention au signe de γ à déduire des termes de l'énoncé.

9. Holmes Comparer l'angle sous lequel est vu l'objet sans la loupe et l'angle sous lequel on voit l'image quand on place l'objet dans le plan focal objet de la lentille

10. Combinaison de lentilles minces Se souvenir ce que signifie « biconvexe » et l'implication concernant le signe des distances focales indiquées.

1. Écrire la relation magique en introduisant l'image intermédiaire A_1 :

$$\mathrm{A} \overset{\mathscr{L}_1}{\to} \mathrm{A}_1 \overset{\mathscr{L}_2}{\to} \mathrm{A'}$$

Utiliser la relation de Descartes. Attention au signe de $\overline{\mathrm{O_1A}}$. Penser à l'appliquer en premier lieu sur la première lentille pour trouver $\overline{\mathrm{O_1A_1}}$. Ne pas oublier de calculer $\overline{\mathrm{O_2A_1}}$ avant de l'utiliser à nouveau dans Descartes

2. Choisir une échelle simple, par exemple un grand carreau pour 5 cm. Tracer d'abord l'image intermédiaire A_1 comme si la seconde lentille n'existait pas. Puis utiliser A_1 comme objet pour la seconde lentille en ignorant complètement la première.

11. Optique expérimentale

1. **Objets et images**. La virtualité se trouve quand seuls les prolongements des rayons (entrant ou sortant) se croisent. Pour former un objet virtuel, penser à faire converger les rayons après la lentille étudiée. Pour voir une image virtuelle, penser à ce que voit une personne au travers de ses lunettes.
2. **Détermination de distance focale**
   (a) Penser à l'exercice sur l'angle de vue selon la nature de la lentille.
   (b) Regarder les vidéos de TP-express associées.
   (c) Le plus simple est souvent de se ramener à une lentille convergente.

12. Système à deux lentilles

1. Tracer d'abord l'image intermédiaire A_1 comme si la seconde lentille n'existait pas. Puis utiliser A_1 comme objet pour la seconde lentille en ignorant complètement la première.
   Le caractère réel ou virtuel ne dépend que de la position par rapport à la lentille considérée. On peut très bien être image virtuelle pour une lentille mais objet réel pour la suivante.
2. Écrire la relation magique en introduisant l'image intermédiaire A_1 :
   $$A \overset{\mathscr{L}_1}{\to} A_1 \overset{\mathscr{L}_2}{\to} A'$$
   Utiliser la relation de Descartes. Attention au signe de $\overline{O_1A}$. Penser à l'appliquer en premier lieu sur la première lentille pour trouver $\overline{O_1A_1}$. Ne pas oublier de calculer $\overline{O_2A_1}$ avant de l'utiliser à nouveau dans Descartes
3. Tous les rayons qui partent de A et passent par $\mathscr{L}_1$ doivent passer par A_1. De même tous les rayons qui passent par A_1 puis par $\mathscr{L}_2$ doivent passer par l'image finale A'.

13. Microscope

1. Écrire la relation magique en introduisant l'image intermédiaire A_1 :
   $$A \overset{\mathscr{L}_1}{\to} A_1 \overset{\mathscr{L}_2}{\to} A'$$
   Utiliser la relation de Descartes. Attention au signe de $\overline{O_1A}$. Penser à l'appliquer en premier lieu sur la première lentille pour trouver $\overline{O_1A_1}$. Ne pas oublier de calculer $\overline{O_2A_1}$ avant de l'utiliser à nouveau dans Descartes
2. Le signe de $\overline{O_2A'}$ donne la nature de l'image. À noter qu'on peut s'en douter au vu de la manière d'utiliser un microscope.
3. Tracer d'abord l'image intermédiaire A_1 comme si la seconde lentille n'existait pas. Puis utiliser A_1 comme objet pour la seconde lentille en ignorant complètement la première.
4. Introduire l'image intermédiaire $\overline{A_1B_1}$ pour pouvoir utiliser les relations du grandissement pour chacune des lentilles.

14. Téléobjectif

1. Utiliser la loi de conjugaison de Descartes suivie de la relation du grandissement. Comme d'habitude, attention au signe de $\overline{OA}$.
2. Déterminer la position de l'image intermédiaire comparée à la seconde lentille et utiliser la loi de Descartes pour cette dernière. Penser à conclure par rapport à la question précédente.

15. Association de lentilles Écrire les lois de Descartes pour chaque lentille en utilisant O_1 et O_2 ainsi que les bons objets/images pour chacune :

$$A \overset{\mathscr{L}_1}{\to} A_1 \overset{\mathscr{L}_2}{\to} A'$$

Le caractère accolé permet de dire que $\underline{O_1 = O_2}$ que l'on peut noter simplement O.

Voir qu'on peut alors se débarrasser de $\overline{OA_1}$ pour lier directement $\overline{OA}$ à $\overline{OA'}$ dans une relation similaire à la loi de conjugaison de Descartes. En déduire la focale associée.

16. Élargissement d'un faisceau lumineux

1. Un faisceau parallèle peut être interprété comme des rayons provenant d'un objet à l'infini. Il faut donc en premier lieu déterminer la position de l'image intermédiaire et se demander où placer la seconde lentille pour que l'image finale soit elle aussi à l'infini. En d'autres termes, il faut trouver la position X qui vérifie à la fois

   $$A_\infty \overset{\mathscr{L}_1}{\to} X \qquad \text{et} \qquad X \overset{\mathscr{L}_2}{\to} A'_\infty$$

   Une fois les positions respectives déterminées, utiliser la configuration de Thalès pour conclure.
2. Le type du raisonnement est identique pour une première lentille divergente.

17. Doublet de lentilles Commencer par tracer un schéma soigné et à l'échelle en prenant garde à la manière dont est définie la longueur e.

1. Le rayon qui arrive sur la première lentille fait partie des rayons dont la déviation est bien connue. Pour le passage au travers de la seconde, le mieux est de se donner un objet imaginaire[1] par lequel passe le rayon et réfléchir à où se trouve son image. Le rayon en question doit être dévié de sorte à passer par l'image.

   On avait un objet à l'infini, son image par le doublet correspond au foyer image de l'ensemble.
2. Le foyer image est tel que l'objet initial est à l'infini. On peut donc savoir directement où doit être l'image intermédiaire[2] et appliquer Descartes à la seconde lentille pour en déduire la position du fameux foyer image.
3. Le foyer objet est tel que l'image finale se retrouve à l'infini. On peut donc savoir directement où doit être l'image intermédiaire[3] et appliquer Descartes à la première lentille pour en déduire la position du fameux foyer objet.

18. Doublet de lentilles (bis) Commencer par tracer un schéma soigné et à l'échelle en prenant garde à la manière dont est définie la longueur e.

1. Le rayon qui arrive sur la première lentille fait partie des rayons dont la déviation est bien connue. Pour le passage au travers de la seconde, le mieux est de se donner un objet imaginaire[4] par lequel passe le rayon et réfléchir à où se trouve son image. Le rayon en question doit être dévié de sorte à passer par l'image.

   On avait un objet à l'infini, son image par le doublet correspond au foyer image de l'ensemble.
2. Le foyer image est tel que l'objet initial est à l'infini. On peut donc savoir directement où doit être l'image intermédiaire[5] et appliquer Descartes à la seconde lentille pour en déduire la position du fameux foyer image.

1. Je n'ai pas dit « virtuel », c'est juste vous qui le choisissez comme vous l'entendez.
2. Hint : sur le foyer image de la première lentille.
3. Hint : sur le foyer objet de la seconde lentille.
4. Je n'ai pas dit « virtuel », c'est juste vous qui le choisissez comme vous l'entendez.
5. Hint : sur le foyer image de la première lentille.

3. Le foyer objet est tel que l'image finale se retrouve à l'infini. On peut donc savoir directement où doit être l'image intermédiaire[6] et appliquer Descartes à la première lentille pour en déduire la position du fameux foyer objet.

19. Lunette de Galilée

1. Vergence et distance focale sont de même signe, ce qui suffit à déterminer le type de lentille.
2. (a) Une lunette afocale envoie un objet à l'infini vers une image à l'infinie. En d'autres termes, il faut trouver la position X qui vérifie à la fois

$$A_\infty \xrightarrow{\mathscr{L}_1} X \qquad \text{et} \qquad X \xrightarrow{\mathscr{L}_2} A'_\infty$$

   et placer les deux lentilles en conséquence.

   (b) Le rayon faisant un angle, utiliser un rayon fictif parallèle qui passe par O_1 donc n'est pas dévié. L'intersection avec le plan focal image donne l'image intermédiaire. À partir d'elle, construire les rayons de sortie et choisir celui qui correspond au rayon initial.

   (c) Reconnaître les angles θ et θ' dans les triangles qui s'appuient sur l'image intermédiaire. Calculer les tangentes et se débarrasser de la taille de l'image intermédiaire entre les deux équations.
3. (a) Utiliser la tangente pour calculer l'angle sous lequel est vu chaque cratère. Pour la lunette, il suffit de multiplier par le grossissement.

   (b) Procéder comme à la question précédente pour savoir si on peut déjà distinguer Vénus à l'œil nu ou à la lunette.

20. Étude d'un doublet

1. Comparer les angles d'entrée et de sortie.
2. Penser à compléter les rayons en ligne droite puis relier les points de sortie d'une lentille avec l'entrée dans la lentille suivante.
3. Comparer les angles d'entrée et de sortie pour chaque lentille.
4. Utiliser la construction avec les foyers secondaires pour remonter à la position des foyers principaux. Hint : les focales sont (approximativement) données un peu plus loin, ce qui permet de vérifier à peu près vos tracés.
5. Revoir les définitions du cours.
6. Pour trouver le foyer image, il faut un objet à l'infini (cf question précédente). Prendre un rayon parallèle à l'axe optique qui rentre sur le système et tracer sa déviation par les deux lentilles. Le point d'intersection avec l'axe optique en sortie de la seconde lentille donnera le point focal image.

   Inversement, pour le point focal objet, il faut partir de la fin : prendre un rayon qui sort parallèlement à l'axe optique de la deuxième lentille et remonter pour savoir comment il est rentré dans la première. L'intersection de ce premier rayon avec l'axe optique donne F.
7. L'image finale de F étant un point à l'infini, l'image intermédiaire par $\mathscr{L}_1$ doit donc se trouver en F_2, foyer objet de $\mathscr{L}_2$.

   F' étant l'image d'un point à l'infini, l'image intermédiaire est cette fois-ci située en F'_1, c'est-à-dire que $A_\infty \xrightarrow{\mathscr{L}_1} F'_1 \xrightarrow{\mathscr{L}_2} F'$.
8. Soyez inventifs.
9. Penser à ce que l'infini de chaque côté implique pour le point intermédiaire par rapport à chaque lentille.

6. Hint : sur le foyer objet de la seconde lentille.

21. Rétroprojecteur

22. Lunette astronomique de Meudon

23. Distance focale d'une lentille convergente

1. Méthode de Bessel
   (a) Faire un bon dessin et remarquer que les deux positions possibles de la lentille sont symétrique par rapport au milieu entre objet et écran. Exprimer alors p et p' en fonction de D et d pour l'une des deux configurations et remplacer dans la loi de Descartes.
   (b) Penser à ce que vous pouvez imposer en TP concernant l'objet et l'écran et ce qu'il sera plus difficile d'apprécier du fait de la subjectivité de sensation de netteté.
   (c) Utiliser la formule de propagation des incertitudes avec les dérivées patielles vue dans le chapitre *S0*.
   (d) Chercher s'il est possible d'annuler la contribution la plus forte à l'incertitude globale. En déduire une bonne manière de faire la mesure en TP.
2. Méthode de Silbermann
   (a) Exprimer D en fonction de p et p', de même que γ. Deux équations, deux inconnues (p et p') que vous pouvez exprimer en foncion de D et γ. Il ne reste plus qu'à substituer dans la relation de Descartes pour isoler f'.
   (b) À nouveau, penser à ce que vous imposez et ce qui vous est imposé.
   (c) Décomposer f' sous la forme $X \times Y$ avec X qui ne dépend que de D et Y qui ne dépend que de γ pour pouvoir utiliser la formule sur les erreurs relatives.
   (d) Chercher s'il est possible d'annuler la contribution la plus forte à l'incertitude globale. En déduire une bonne manière de faire la mesure en TP.
3. Regarder ce qui se passe en terme d'incertitude et comparer les incertitudes sur p et p'.

24. Viseur

25. Projection d'image virtuelle

26. Microscope optique