



BLAISE PASCAL
PT 2020-2021

Préparation à l'oral

Optique

- 💡 Difficulté d'analyse et compréhension, initiative requise ;
- ✂ Difficulté technique et calculatoire ;
- ⊗ Exercice important.

Flasher ce code pour
accéder aux corrigés



Rapports du jury

2019 : De nombreux candidats ont peine à tracer des rayons émergents d'une lentille dans le cas où l'objet est à l'infini. La formule de Fresnel est connue mais son origine reste mystérieuse pour une grande majorité de candidats. De même la justification du calcul d'une différence de marche fait appel à une phrase toute faite « Malus et retour inverse » mais rarement à une explication convaincante. La condition de brouillage $\Delta p = 1/2$ est connue mais rares sont ceux qui peuvent l'expliquer. Cependant le niveau général est en hausse, beaucoup de candidats parvenant à un résultat.

2018 : aucun commentaire sur l'optique.

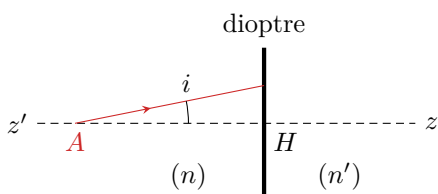
2017 : L'optique géométrique intervient généralement de façon sommaire à l'occasion d'un problème d'interférences. Les tracés de rayons sont rarement corrects. L'interféromètre de Michelson est généralement bien maîtrisé même si la localisation d'un point de vue expérimental est rarement comprise.

2016 : L'optique géométrique intervient généralement de façon sommaire à l'occasion d'un problème d'interférences. Les tracés de rayons sont rarement corrects ; généralement les foyers sont conjugués ! La délicate question de la localisation d'un point de vue expérimental est rarement comprise.

Exercice 1 : Distance apparente à travers un dioptre

oral banque PT | 💡 3 | ✂ 1

- 📈 ▷ Formation d'image optique ;
- 📐 ▷ Lois de Descartes.



On considère un dioptre plan séparant deux milieux transparents d'indices respectifs $n > n'$. Soit A un point situé sur l'axe (zz') normal au dioptre. On note i l'angle incident et i' l'angle réfracté.


- 1 - Construire A' image de A par le dioptre.
- 2 - Donner une relation entre AH , $A'H$, i et i' .
- 3 - Énoncer les conditions de Gauss. Déterminer une relation entre AH , $A'H$, n et n' .

4 - À quelle distance le chat voit-il le poisson dans son aquarium sachant qu'il l'observe de façon normale aux dioptries ? Le poisson se trouve à 5 cm de la vitre, épaisse de 8 mm. On donne $n_{\text{eau}} = 1,33$, $n_{\text{verre}} = 1,50$ et $n_{\text{air}} = 1,00$.



Exercice 2 : Tripleur de focale de Barlow

oral banque PT | 💡 2 | ✂️ 2


 ▷ Instrument d'optique ;
 ▷ Relations de conjugaison.

Données :

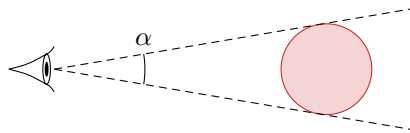
- ▷ Les orbites de la Terre et de Jupiter sont coplanaires ;
- ▷ Rayon des orbites : $R_T = 1,50 \cdot 10^8$ km et $R_J = 7,80 \cdot 10^8$ km ;
- ▷ Diamètre de Jupiter : $D_J = 1,40 \cdot 10^5$ km ;
- ▷ Relations de Descartes pour une lentille mince :

$$-\frac{1}{OA} + \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

- ▷ Relation de Newton pour une lentille mince :

$$\overline{FA} \overline{F'A'} = -f'^2$$

- 1 - Quel est l'angle maximal α_0 sous lequel on peut observer Jupiter ?



On souhaite photographier Jupiter à travers un télescope, voir figure 1a, assimilé à une lentille mince convergente de focale $f'_1 = 2550$ mm. L'image doit se former sur le capteur. Le tube \mathcal{T}_2 peut coulisser à l'intérieur du tube \mathcal{T}_1 pour régler la mise au point.

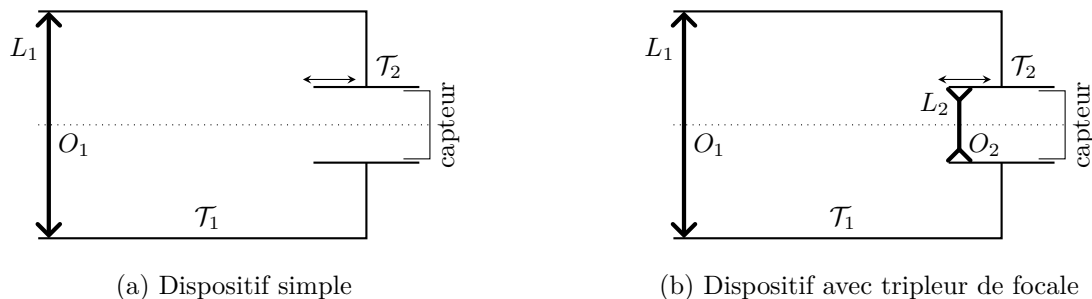


Figure 1 – Dispositif de photographie de Jupiter.

- 2 - À quelle distance placer le capteur pour obtenir une image nette ? Quel est alors le diamètre maximal de Jupiter sur le capteur ?

Pour agrandir l'image, on intercale une lentille divergente L_2 de distance focale f'_2 entre la lentille L_1 et le capteur, voir figure 1b. La distance d entre la lentille L_2 et le capteur est fixe, égale à 200 mm. On admet que le foyer image F'_1 de la lentille L_1 se situe entre la lentille L_2 et le capteur.

- 3 - Reproduire le dispositif et tracer quelques rayons intéressants.
- 4 - Comment faut-il choisir f'_2 et comment placer le tube \mathcal{T}_2 pour que le dispositif produise sur le capteur une image de Jupiter trois fois plus grande que précédemment ?
- 5 - Le dispositif est alors qualifié de « tripleur de focale ». Expliquer.

Exercice 3 : Observation de franges d'interférences

oral banque PT | 💡 3 | ✂️ 2



- ▷ Différence de marche à grande distance ;
- ▷ Modèle de l'œil ;
- ▷ Lentille convergente.

Données : $b = 1 \text{ mm}$, $\lambda = 500 \text{ nm}$ et $D = 10 \text{ cm}$.

- 1 - On éclaire des fentes d'Young, distantes de b , par un faisceau monochromatique de longueur d'onde λ . On place un écran à distance D des fentes. Décrire la figure d'interférence qui apparaît à l'écran (forme, position).
- 2 - Établir l'expression de l'éclairement en tout point M de l'écran.
- 3 - L'œil emmétrope (sans défaut) a une résolution $\alpha = 1'$ (minute d'angle). Il voit net entre le punctum proximum (PP, 25 cm) et le punctum remotum (PR, à l'infini). Peut-on distinguer la figure d'interférences à l'œil nu ?
- 4 - On place une lentille de distance focale f' entre l'œil et l'écran. La lentille est placée pour que les rayons lumineux en sortent à l'infini. Établir une inégalité sur f' pour que l'observateur puisse voir les franges.

Exercice 4 : Mesure de l'indice de l'air

oral banque PT | 💡 2 | ✂️ 2



- ▷ lame d'air ;
- ▷ Objet de phase.

On cherche à mesurer expérimentalement l'indice n_0 de l'air avec un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air et éclairé par un laser de longueur d'onde 632,8 nm.

- 1 - Faire un schéma du montage et de la figure d'interférences. Si une source étendue avait été utilisée à la place du laser, où les franges auraient-elles été localisées ? Aucune démonstration n'est attendue.
- 2 - Donner l'ordre d'interférences au centre de la figure d'interférences.

Sur un des bras de l'interféromètre, on insère une cuve de verre fermée hermétiquement. Le verre est d'indice n_v constant, la cuve est longue de 1,6 cm. La cuve contient initialement de l'air, et on y fait le vide progressivement : l'indice du contenu de la cuve diminue progressivement de n_0 à 1. Au cours de l'opération, on mesure l'éclairement au centre de la figure d'interférences grâce à un capteur qui délivre une tension u proportionnelle à l'éclairement. On obtient la courbe de la figure 2. La tension est maximale à l'instant initial.

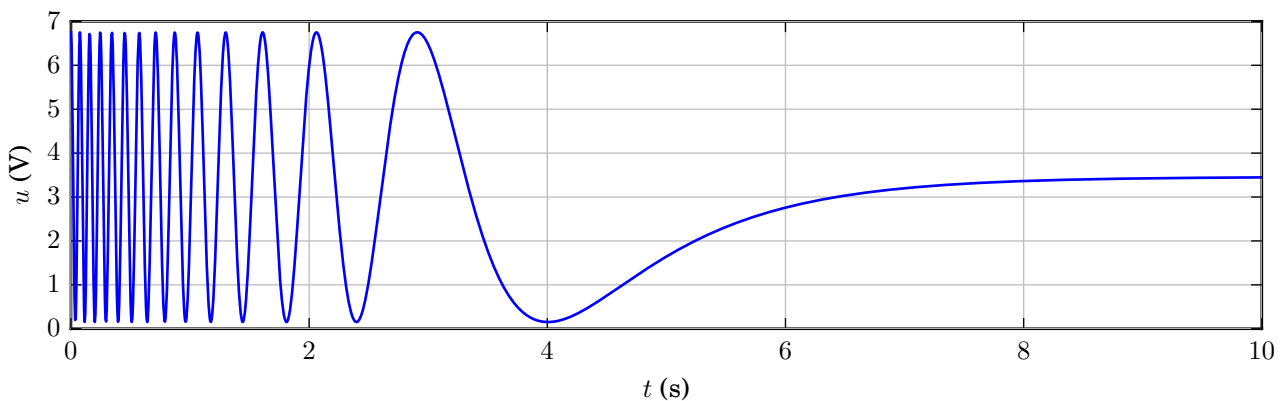


Figure 2 – Tension mesurée lors de la mise sous vide de la cuve.

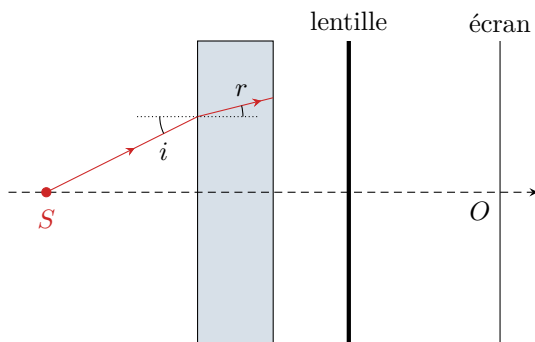
- 3 - Donner un encadrement de l'écart $n_0 - 1$ entre l'indice de l'air et celui du vide.

Exercice 5 : lame de verre

oral banque PT | 💡 3 | ✂️ 3



- ▷ *Lame à faces parallèles ;*
- ▷ *Calcul de chemin optique ;*
- ▷ *Étude détaillée de la figure d'interférences.*



Considérons le montage ci-contre, constitué d'une source spatialement étendue, d'une lame de verre (indice n , épaisseur e), d'une lentille et d'un écran. On considère qu'après quatre traversées dans la lame de verre l'intensité est négligeable.

1 - Quelles sont les deux ondes qui interfèrent ? Justifier que la figure d'interférences est un cercle centré autour de O .

2 - Dans un interféromètre de Michelson en lame d'air, où les interférences sont-elles localisées ? En déduire par analogie la lentille à utiliser et la position de l'écran par rapport à la lentille.

3 - Montrer que $\delta = 2ne \cos r$.

4 - En supposant les rayons peu inclinés, exprimer l'ordre d'interférences $p(M)$ en fonction de $R = OM$.

5 - Déterminer le rayon du premier anneau brillant pour $n = 1,5$, $e = 10 \mu\text{m}$, $\lambda = 550 \text{ nm}$ et $f' = 20 \text{ cm}$.