

PROGRAMME DE COLLES

SUP MPSI 2

Semaine 1

Du 16 au 20 septembre 2024.

OPTIQUE GEOMETRIQUE :

Optique 1

PROPAGATION DE LA LUMIERE

EN COURS ET TD.

Notions et contenus	Capacités exigibles
1.1. Formation des images	
Sources lumineuses Modèle de la source ponctuelle monochromatique. Spectre.	Caractériser une source lumineuse par son spectre. Relier la longueur d'onde dans le vide et la couleur.
Modèle de l'optique géométrique Modèle de l'optique géométrique. Notion de rayon lumineux. Indice d'un milieu transparent.	Définir le modèle de l'optique géométrique. Indiquer les limites du modèle de l'optique géométrique.
Réflexion, réfraction. Lois de Snell-Descartes.	Établir la condition de réflexion totale.
La fibre optique à saut d'indice.	Établir les expressions du cône d'acceptance et de la dispersion intermodale d'une fibre à saut d'indice.

Optique 2 MIROIRS PLANS – STIGMATISME ET APPROXIMATION DE GAUSS

EN COURS ET TD.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Conditions de l'approximation de Gauss et applications Stigmatisme. Miroir plan.	Construire l'image d'un objet par un miroir plan.
Conditions de l'approximation de Gauss.	Énoncer les conditions de l'approximation de Gauss et ses conséquences. Relier le stigmatisme approché aux caractéristiques d'un détecteur.

Optique 3

LENTILLES MINCES DANS L'APPROXIMATION DE GAUSS

EN COURS UNIQUEMENT.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Lentilles minces dans l'approximation de Gauss.	Définir les propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale, de la vergence. Construire l'image d'un objet situé à distance finie ou infinie à l'aide de rayons lumineux, identifier sa nature réelle ou virtuelle. Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal de Descartes et de Newton. Établir et utiliser la condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
L'appareil photographique.	Modéliser l'appareil photographique comme l'association d'une lentille et d'un capteur.

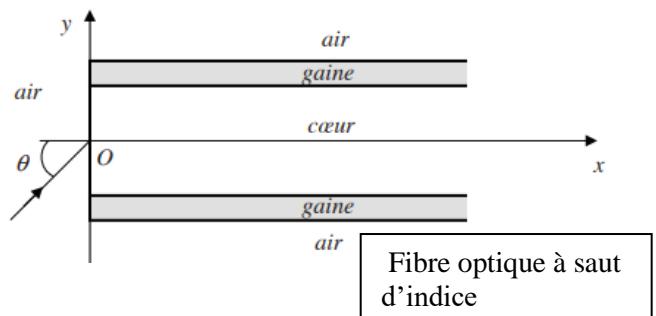
Questions de cours à choisir parmi les suivantes :

- ✓ **Q1** : Savoir énoncer les lois de Descartes et savoir établir la condition de réflexion totale (§ V.3 & 4).
- ✓ **Q2** : Savoir présenter ce qu'est une fibre optique à saut d'indice. Définir ce qu'est le cône d'acceptance et la dispersion intermodale, sans faire les calculs (§ V.5).
- ✓ **Q3** : Savoir refaire l'exercice d'application sur la fibre optique : En particulier savoir établir l'expression du cône d'acceptance et de la dispersion intermodale (§ V.5).
- ✓ **Q4** : Le miroir plan : savoir construire l'image d'un point et l'image d'un objet étendu AB ; Connaître les propriétés du miroir plan (position de l'image et grandissement transversal) ; Expliquer le stigmatisme rigoureux. Identifier les natures réelles ou virtuelles (§ I.1, 2, 3 & 4).
- ✓ **Q5** : Savoir refaire l'exercice d'application sur les deux miroirs plans en coin (§ I.5).
- ✓ **Q6** : Savoir énoncer les conditions de Gauss et relier le stigmatisme approché aux caractéristiques d'un détecteur (§ III & II.2).
- ✓ **Q7** : Connaître les définitions et propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale et de la vergence. Construire l'image d'un objet dans l'un des cas traités (lentille convergente ou divergente) des § IV.2 & 3. Déterminer la nature de l'image.
- ✓ **Q8** : Savoir établir et connaître les relations de conjugaison de Descartes, ainsi que le grandissement (§ V.2.a&b).
- ✓ **Q9** : Savoir établir et connaître les relations de conjugaison de Newton (§ V.3).
- ✓ **Q10** : Savoir établir la condition $D \geq 4f'$ pour former l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente (§ VI).
- ✓ **Q11** : Décrire rapidement un modèle (simple) de l'appareil photo, puis refaire l'exercice d'application sur l'appareil photographique (§ VII).

Exercice d'application pour Q3 : La fibre optique à saut d'indice :

(D'après CCP PC 2018)

Une fibre optique à saut d'indice, représentée ci-dessous, est constituée d'un cœur cylindrique transparent d'indice $n_c = 1,500$ et de rayon r_c , entouré d'une gaine transparente d'indice $n_g = 1,485$. L'axe Ox de la fibre est normal au dioptré air-cœur. En raison de la symétrie de révolution de la fibre autour de l'axe Ox , on se restreint à une étude dans le plan (xOy) .



Un rayon lumineux monochromatique se propageant dans l'air, situé dans le plan (xOy) , pénètre dans le cœur de la fibre en O avec un angle d'incidence θ .

On souhaite que ce rayon lumineux se propage dans le cœur sans en sortir.

1 – Compléter la figure en traçant le prolongement du rayon passant par O. On notera θ' l'angle émergent en O, puis α l'angle d'incidence du rayon lumineux lors de son arrivée sur le bord de la gaine et α' l'angle réfléchi. Expliquer votre tracé.

2 – A quelle condition sur α , le rayon lumineux reste-t-il dans le cœur ?

3 - Montrer que le rayon reste dans le cœur si l'angle θ est inférieur à un angle limite θ_L , appelé **angle d'acceptance de la fibre optique**. Montrer que dans ce cas, $\sin(\theta_L) = \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$. Calculer la valeur de θ_L .

TOURNER SVP

On considère maintenant une fibre optique de longueur L . Le rayon entre dans la fibre avec un angle d'incidence θ variable compris entre 0 et θ_L . On rappelle que dans un milieu transparent d'indice n , linéaire, homogène et isotrope, la lumière se propage de façon rectiligne avec la célérité : $v = \frac{c}{n}$.

4 - Quel est le rayon qui traverse le plus rapidement la fibre ? Exprimer, en fonction de L , c et n_c , la durée de parcours T_1 de ce rayon. Calculer la valeur de T_1 pour $L = 10$ km. Commenter.

5 - Quel est le rayon qui met le plus de temps à traverser la fibre ? Exprimer, en fonction de L , c , n_g et n_c , la durée de parcours T_2 de ce rayon.

6 - En déduire l'expression de l'intervalle de temps $\delta T = T_2 - T_1$ en fonction de L , c , n_g et n_c . On l'écrira sous forme factorisée. Calculer la valeur de δT pour $L = 10$ km. Commenter.

Exercice d'application pour Q5 : Deux miroirs plans en coin :

Deux miroirs plans sont disposés comme sur la figure ci-contre. On s'intéresse à la marche d'un rayon lumineux arrivant sous incidence i au point I sur l'un des miroirs, comme indiqué sur la figure.

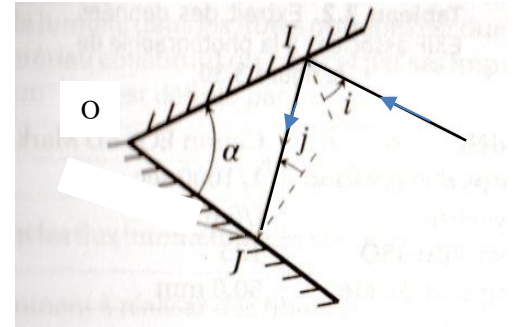
1 - Au point I , repérer l'angle de déviation D_i entre le rayon incident et le rayon réfléchi, puis l'exprimer en fonction de l'angle i .

2 - Faire de même au point J : repérer l'angle de déviation D_j du rayon au point J , puis l'exprimer en fonction de j .

3 - En considérant le triangle OIJ , établir la relation liant les angles i , j et α .

4 - En déduire l'angle de déviation totale D du rayon lumineux à la suite des deux réflexions sur les deux miroirs, en fonction de α uniquement.

5 - Que se passe-t-il si $\alpha = \frac{\pi}{2}$?



Exercice d'application pour Q11 : Modélisation (simple) d'un appareil photographique :

L'objectif d'un appareil photo jetable est assimilable à une lentille mince de distance focale $f' = 5$ cm. Cette lentille se déplace par rapport à la pellicule lors de la mise au point. L'émulsion sensible est disposée sur une plaque rectangulaire centrée sur l'axe, de dimension $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$.

1 - La mise au point est faite sur l'infini, ce qui définit une position P_0 pour la plaque sur l'axe.

a - De combien et dans quel sens faut-il déplacer la plaque si l'on veut photographier un objet placé à 5 m de l'objectif ?

b - La mise au point ne permet pas d'éloigner la plaque à plus de 5 mm de P_0 . Evaluer la distance minimale d'un objet par rapport à l'objectif pour obtenir une photographie nette.

2 - Dans le cas a) de la mise au point, l'objet étant à 5 m, déterminer les dimensions de la portion de plan photographiée.