



BLAISE PASCAL
PT 2024-2025

Programme des colles semaines 23 et 24 : du 17 au 28 mars

Optique ondulatoire

La colle commence par une application de cours extraite de la liste ci-dessous et se poursuit par un exercice.

Je rappelle que vous trouverez sur mon site la version complétée du poly de cours, les fiches de révision, ainsi que les corrigés des TD et des DM. N'hésitez surtout pas à me signaler s'il en manque !

Au programme

Chapitre 23 : Modèle scalaire des ondes lumineuses

Applications de cours et exercices.

Chapitre 24 : Interférences par division du front d'onde

Applications de cours et exercices.

Chapitre 25 : Interférences par division d'amplitude

Applications de cours et exercices.

Révisions R9 : Optique géométrique

Applications de cours ; des questions d'optique géométrique peuvent être (seront probablement) incluses dans des exercices d'optique ondulatoire.

Applications de cours

Ces applications de cours sont des « briques élémentaires » des raisonnements à mener dans les exercices. Elles sont toutes traitées de manière exhaustive dans le cours ou les fiches de révision.

Le travail demandé consiste à se les approprier, afin d'être capable de les réinvestir dans un sujet d'écrit ou d'oral. Je n'attends pas des étudiants une maîtrise parfaite, encore moins un apprentissage par cœur, mais j'attends qu'ils les aient travaillées suffisamment pour les mener à bien en autonomie, c'est-à-dire savoir refaire seul les raisonnements, en réfléchissant mais sans aide de l'interrogateur.

Seuls les étudiants du groupe PT* (trinômes 1 à 6) seront interrogés sur les applications marquées d'une étoile, car elles sont plus techniques et/ou moins essentielles ... mais tous les étudiants sont bien sûr invités à les travailler !

Une impasse notoire sur l'application de cours qui vous sera demandée mettra le colleur de mauvaise humeur et vous vaudra une note inférieure à la moyenne.

23.1 - Présenter le modèle des trains d'ondes. Quel type d'ondes permet-il de décrire ? Comment les caractéristiques des trains d'ondes (période, durée) sont-elles reliées aux caractéristiques spectrales (= en fréquence) de la source qui les émet ?

Rappelons que le modèle des trains d'onde permet de décrire des ondes quasi-monochromatiques, c'est-à-dire dont les propriétés changent lentement comparativement à la période de l'onde.

23.2 - La raie verte du mercure a une longueur d'onde $\lambda = 546 \text{ nm}$ et une largeur $\Delta\lambda = 2 \cdot 10^{-2} \text{ nm}$ dans une lampe haute pression. Définir son temps de cohérence, établir son expression et l'estimer numériquement.

On admettra, comme point de départ de la démonstration, la relation $\Delta\nu = \left| \frac{d\nu}{d\lambda} \right| \Delta\lambda$.

(★) **23.3** - Rappeler sous quelles conditions deux ondes sont cohérentes. Établir la formule de Fresnel dans ces hypothèses.

23.4 - Rappeler sans démonstration la formule de Fresnel pour deux sources de même éclairement \mathcal{E}_0 et ses conditions d'applications (= critères de cohérence). En déduire les conditions d'interférences constructives et destructives en termes de déphasage, d'ordre d'interférence et de différence de marche.

24.1 - Établir l'expression de la différence de marche dans le cas de trous d'Young éclairés par une source ponctuelle monochromatique placée sur l'axe des trous et pour un écran placé à grande distance.

24.2 - Établir l'expression de la différence de marche dans le cas de trous d'Young éclairés par une source ponctuelle monochromatique placée sur l'axe des trous et pour l'observation dans le plan focal image d'une lentille convergente.

L'interrogateur sera particulièrement vigilant à la rigueur de vos explications d'une part pour la construction des rayons qui interfèrent, et d'autre part pour la simplification du calcul de la différence de marche sous la forme « $\delta = HM$ ».

24.3 - Considérons un système de trous d'Young éclairés par deux sources ponctuelles incohérentes, distantes de b , symétriques par rapport à l'axe optique. Calculer l'éclairement total observé sur l'écran et identifier un terme d'interférences et un facteur de contraste. L'expression de la différence de marche sera rappelée sans démonstration par l'étudiant.

(★) **24.4** - Considérons un système de trous d'Young éclairés par une source étendue de largeur b centrée sur l'axe optique. Appliquer le critère de brouillage pour établir l'expression de la largeur de cohérence spatiale de la source. L'expression de la différence de marche sera rappelée sans démonstration par l'étudiant.

24.5 - Établir la formule des réseaux.

La différence de marche entre deux motifs consécutifs doit être redémontrée, et il est attendu que l'étudiant explique pourquoi il suffit de considérer des interférences constructives entre deux motifs pour déterminer les directions d'interférences constructives entre tous les motifs. Attention, un raisonnement physique précis est attendu.

25.1 - Rappeler la constitution d'un interféromètre de Michelson et son schéma équivalent en justifiant. Définir les deux configurations lame d'air et coin d'air. Pour chaque configuration :

- Donner l'allure de la figure d'interférences ;
- Indiquer le lieu de localisation et la position de la lentille de projection permettant de l'observer ;
- Indiquer les conditions d'éclairage et la position du condenseur permettant de les atteindre.

Aucune démonstration n'est attendue.

25.2 - Établir l'expression de la différence de marche en lame d'air. La distance entre sources secondaires doit être clairement justifiée par un schéma propre.

(★) **25.3** - Considérons un Michelson en lame d'air d'épaisseur e . Établir la relation entre l'ordre p d'un anneau et son rayon r sur l'écran. En déduire le nombre d'anneaux observés dans une figure d'interférences de rayon R en fonction de e .

25.4 - Considérons un Michelson en lame d'air éclairé par un doublet spectral de longueurs d'ondes $\lambda_0 \pm \Delta\lambda/2$.

- Établir l'expression de l'éclairement au centre des anneaux en fonction de l'épaisseur e de la lame d'air. Interpréter les différents termes (facteur de contraste et terme d'interférences).
- Définir les coïncidences et anti-coïncidences.
- Exprimer l'écart de longueur d'onde $\Delta\lambda$ en fonction de la distance Δx dont le miroir mobile est charioté entre deux anticoïncidences successives.

R9.1 - On considère un rayon lumineux se propageant d'un milieu ① vers un milieu ② tels que $n_1 < n_2$. On note i_1 l'angle d'incidence sur le dioptre plan séparant les deux milieux. Représenter la situation sur un schéma et établir l'expression de l'angle maximal de réfraction $i_{2,\max}$.

R9.2 - On considère un rayon lumineux se propageant d'un milieu ① vers un milieu ② tels que $n_1 > n_2$. Représenter la situation sur un schéma et montrer que, si l'angle d'incidence est supérieur à une valeur maximale $i_{1,\max}$ à déterminer, alors le rayon lumineux est totalement réfléchi et ne pénètre pas dans le milieu ②.

On sera vigilant sur ces deux questions à représenter le rayon réfracté plus ou moins proche de la normale que le rayon incident. Les calculs sont détaillés dans la fiche de révision R9.

R9.3 - Sur un exemple donné par l'interrogateur, construire l'image d'un objet réel par une lentille **convergente**. On s'attachera en particulier aux cas « moins simples » : image virtuelle ou à l'infini.

(★) **R9.4** - Sur un exemple donné par l'interrogateur, construire l'image d'un objet réel par une lentille **divergente**.

R9.5 - Considérons un objet A et un écran séparés d'une distance D . On souhaite former l'image de l'objet sur l'écran avec une lentille de distance focale f' . Établir une condition sur D et f' pour que cela soit possible.

| *Les calculs sont détaillés dans la fiche de révisions R9.*

(★) **R9.6** - Rappeler la modélisation d'une lunette astronomique, en justifiant notamment la distance devant séparer les deux lentilles, et tracer la marche des rayons dans la lunette. Définir le grossissement angulaire et établir (= démontrer) son expression en fonction des focales des deux lentilles.

| *Les calculs sont détaillés dans la fiche de révisions R9.*

À quoi s'attendre pour le programme suivant ?

Selon toute vraisemblance, une dernière colle d'électrochimie sera proposée de manière facultative et sur inscription, indépendamment du collosope ... mais je me réserve le droit de changer d'avis.

- ▷ Chapitre 26 : Courbes intensité-potentiel ;
- ▷ Chapitre 27 : Retour sur les diagrammes potentiel-pH ;
- ▷ Chapitre 28 : Corrosion ;
- ▷ Chapitre 29 : Piles et électrolyses.