

# PHYSIQUE DES ONDES (2)

## Capacités exigibles à rédiger

### 0. PCSI : optique géométrique

- (1) Caractériser une source lumineuse par son spectre. Relier la longueur d'onde dans le vide et la longueur d'onde dans le milieu. Relier la longueur d'onde dans le vide et la couleur.
- (2) Définir le modèle de l'optique géométrique et indiquer ses limites. Énoncer avec précision les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction. Interpréter la loi de la réfraction à l'aide du modèle ondulatoire. Établir la condition de réflexion totale (sur un dioptre séparant deux milieux transparents).
- (3) Construire l'image d'un objet par un miroir plan, identifier sa nature réelle ou virtuelle. Expliquer le stigmatisme rigoureux du miroir plan.
- (4) Énoncer les conditions (de Gauss) permettant un stigmatisme approché et les relier aux caractéristiques d'un détecteur. Connaître les définitions et les propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale, de la vergence (pour une lentille mince convergente ou divergente). Construire l'image (par une lentille mince convergente ou divergente) d'un objet situé à distance finie ou infinie à l'aide de rayons lumineux.
- (5) Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal fournies (Descartes, Newton). Choisir, en argumentant de façon pertinente dans un contexte donné, la formulation (Descartes ou Newton) la plus adaptée. Établir et connaître la condition  $D \geq 4f'$  pour former l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
- (6) En comparant des images produites par un appareil photographique numérique, discuter l'influence de la focale, de la durée d'exposition, du diaphragme sur la formation de l'image.
- (7) Modéliser l'œil comme l'association d'une lentille de vergence variable et d'un capteur fixe. Connaître les ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation (de l'œil).

### 1. Ondes électromagnétiques dans le vide

- (8) Citer les domaines du spectre des ondes électromagnétiques et leur associer des applications. Établir les équations de propagation de  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$ .
- (9) Onde plane progressive harmonique : utiliser la notation complexe. Structure : représenter le trièdre  $(\vec{u}, \vec{E}, \vec{B})$  ; établir la relation entre les amplitudes des champs. Utiliser le principe de superposition d'ondes planes progressives harmoniques.

- (10) Identifier l'expression d'une onde électromagnétique plane progressive polarisée rectilignement. Reconnaître et produire une onde lumineuse polarisée rectilignement. Mettre en oeuvre une démarche expérimentale autour de la loi de Malus.
- (11) Associer la direction du vecteur de Poynting et la direction de propagation de l'onde. Associer le flux du vecteur de Poynting à un flux de photons en utilisant la relation d'Einstein-Planck. Citer quelques ordres de grandeur de flux énergétiques surfaciques moyens (laser hélium-néon, flux solaire, téléphonie...) et les relier aux ordres de grandeur des champs électriques associés.

## **2. Plasmas et métaux**

- (12) Décrire le modèle de la conduction électrique dans un plasma. Construire une conductivité complexe en justifiant les approximations. Associer le caractère imaginaire pur de la conductivité complexe à l'absence de puissance échangée entre le champ et les porteurs.
- (13) Établir la relation de dispersion dans le plasma. Identifier une onde évanescente (onde stationnaire spatialement amortie). Expliquer la notion de fréquence de coupure et donner son ordre de grandeur dans le cas de l'ionosphère.
- (14) Effet de peau dans les métaux en basse fréquence : repérer une analogie formelle avec les phénomènes de diffusion. Établir la relation de dispersion. Associer l'atténuation de l'onde à une dissipation d'énergie. Citer l'ordre de grandeur de l'épaisseur de peau du cuivre à 50 Hz.

## **3. Réflexion métallique**

- (15) Modèle du conducteur parfait : justifier que les champs électrique et magnétique sont nuls dans le conducteur. Interpréter le vecteur densité de courant surfacique comme un modèle pour décrire un déplacement de charges à travers un domaine d'épaisseur faible devant l'échelle de description. Utiliser les relations de passage fournies.
- (16) Réflexion sur un conducteur parfait sous incidence normale : exploiter la continuité de la composante tangentielle du champ électrique pour justifier l'existence d'une onde réfléchie et calculer celle-ci. Calculer le champ magnétique dans le vide, en déduire le courant surfacique sur le conducteur. Calculer le coefficient de réflexion en puissance.
- (17) En relation avec le cours sur les ondes, décrire le fonctionnement d'un oscillateur optique (laser) en termes de système bouclé auto-oscillant (oscillateur quasi-sinusoïdal en électronique). Relier les fréquences des modes possibles à la taille de la cavité.