

Semaine 13

du 05/01/26 au 09/01/26



René Descartes
(1596-1650)

Partie 3 : Ondes et signaux

Chapitre OS1 : Propagation d'un signal et interférences

- Caractéristiques d'un signal sinusoïdal :
- Amplitude, fréquence temporelle, pulsation temporelle, période temporelle, phase à l'origine du temps, valeur moyenne.
- Notion de déphasage entre deux signaux synchrones.
- Figures de Lissajous pour deux signaux en phase, en opposition de phase et en quadrature. Équation cartésienne d'une ellipse de centre $O(0,0)$:

$$\left(\frac{x}{x_0}\right)^2 + \left(\frac{y}{y_0}\right)^2 = 1$$

- Cas d'un signal périodique : notion de décomposition en série de Fourier et de spectre en amplitude et en phase. Savoir calculer de la valeur moyenne du signal.
- Propagation d'un signal : notions d'onde progressive et de célérité d'une onde.
- Représentation mathématique d'une onde progressive : cas d'une propagation dans la direction de l'axe (Ox). Le signal $s(x, t)$ est de la forme $s(x, t) = f(x - ct) = g(t - x/c)$ si propagation dans le sens des x croissants, et de la forme $s(x, t) = f(x + ct) = g(t + x/c)$ si propagation dans le sens des x décroissants.
- Modèle de l'onde progressive sinusoïdale unidimensionnelle.
 - Le signal $s(x, t)$ est de la forme $s(x, t) = A_0 \cos(\varphi(x, t))$ où $\varphi(x, t)$ est la phase de l'onde de la forme $\varphi(x, t) = \omega t \pm kx + \varphi_0$ selon le sens de propagation.
 - Notion de vitesse de phase v_φ .
 - Double périodicité.
- Phénomène d'interférences.
 - Cas des interférences mécaniques : surpression acoustique, étude de l'amplitude du signal résultant de la superposition de deux ondes sinusoïdales synchrones, formule des interférences, différence de marche, condition d'obtention d'interférences constructives ou destructives.
 - Cas des interférences lumineuses : grandeur lumineuse, expérience des trous d'Young, notion de chemin optique, notion d'intensité lumineuse, formule de Fresnel, conditions d'interférences, calcul de l'interfrange i .

Extrait du B.O.

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| Signaux sinusoïdaux | Caractériser l'évolution en utilisant les notions d'amplitude, de phase, de période, de fréquence, de pulsation. |
| Signaux périodiques | Analyser la décomposition fournie d'un signal périodique en une somme de fonctions sinusoïdales. Définir la valeur moyenne d'un signal. |
| Propagation d'un signal dans un milieu illimité, non dispersif et transparent. Onde progressive dans le cas d'une propagation unidimensionnelle non dispersive. Célérité, retard temporel. | Écrire les signaux sous la forme $f(x - ct)$ ou $g(x + ct)$. Écrire les signaux sous la forme $f(t - x/c)$ ou $g(t + x/c)$. Prévoir, dans le cas d'une onde progressive, l'évolution temporelle à position fixée et l'évolution spatiale à différents instants. |
| Modèle de l'onde progressive sinusoïdale unidimensionnelle. Vitesse de phase, déphasage, double périodicité spatiale et temporelle. | Citer quelques ordres de grandeur de fréquences dans les domaines acoustique, mécanique et électromagnétique. Établir la relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse de phase. Relier le déphasage entre les signaux perçus en deux points distincts au retard dû à la propagation. |
| Milieux dispersifs ou non dispersifs. | Définir un milieu dispersif. Citer des exemples de situations de propagation dispersive et non dispersive. |
| Interférences entre deux ondes acoustiques ou mécaniques de même fréquence. | Exprimer les conditions d'interférences constructives ou destructives. Déterminer l'amplitude de l'onde résultante en un point en fonction du déphasage. |
| Interférences entre deux ondes lumineuses de même fréquence. Exemple du dispositif des trous d'Young éclairé par une source monochromatique. Différence de chemin optique. Conditions d'interférences constructives ou destructives. Formule de Fresnel. | Relier le déphasage entre les deux ondes à la différence de chemin optique. Établir l'expression littérale de la différence de chemin optique entre les deux ondes. Exploiter la formule de Fresnel fournie pour décrire la répartition d'intensité lumineuse. |

Chapitre OS2 : Formation des images

- Les sources de lumière : spectre d'émission, couleurs perçues, modèle de la source ponctuelle monochromatique.
- Propagation de la lumière dans un milieu : célérité dans le vide, longueur d'onde dans le vide, indice de réfraction d'un milieu matériel, milieu dispersif ou non dispersif, approximation de l'optique géométrique, propagation rectiligne dans un milieu homogène, principe de retour inverse de la lumière.
- Sources lumineuses à très grande distance :
 - Source ponctuelle : rayons parallèles,
 - Source étendue : notions de diamètre angulaire et de rayon angulaire.
- Lois de Snell-Descartes : notions de dioptre, point d'incidence, normale, plan d'incidence et d'angles orientés. Application à la fibre optique à saut d'indice.
- Observation d'un objet à travers un système optique : notions de système optique, milieux incidents et émergents, objet réel/virtuel et image réelle/virtuelle, stigmatisme et aplanétisme rigoureux/approchés, conditions de Gauss et convention d'orientation.
- Miroir plan : construction géométrique et relation de conjugaison.
- Lentilles minces dans les conditions de Gauss : notions de lentille mince convergente ou divergente, centre optique, foyer principal/secondaire objet/image, plan focal objet/image, distance focale objet/image. Constructions géométriques.
- Relations de conjugaison et formules du grandissement (à connaître).

Extrait du B.O.

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| 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. Réflexion, réfraction. Lois de Snell-Descartes. | Définir le modèle de l'optique géométrique. Indiquer les limites du modèle de l'optique géométrique. Établir la condition de réflexion totale. |
| 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. |
| 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. |
| Modèles de quelques dispositifs optiques 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. |

À venir

Fin chapitre OS2 : Étude de quelques systèmes optiques : œil, appareil photographique et lunette astronomique.