

Programme de colle MP semaine 16

du 26/01 au 30/01 2026

Cours 20 : Rayonnement dipolaire électrique

Modèle du dipôle oscillant ; approximation dipolaire ; approximation non relativiste ; approximation de la zone de rayonnement.

Rayonnement dipolaire électrique dans la zone de rayonnement : champs rayonnés (les formules ne sont pas à connaître, mais à savoir interpréter) ; structure du champ rayonné ; puissance rayonnée : indicatrice de rayonnement.

Diffusion du rayonnement électromagnétique : le phénomène de diffusion ; le modèle de l'électron élastiquement lié ; diffusion Rayleigh.

Cours 21 : Généralités sur l'optique ondulatoire et interférences

Rappels d'optique géométrique.

Caractère ondulatoire de la lumière : sources ; récepteurs de lumière ; éclairage ou intensité (le programme les considère équivalent).

Modèle scalaire de la lumière : approximation scalaire ; théorème de Malus ; intensité lumineuse.

Propagation de l'onde lumineuse : chemin optique ; retard de phase dû à la propagation ; surfaces d'onde ; ondes planes ; ondes sphériques.

Superposition de deux ondes lumineuses : Terme d'interférence ; notion de train d'ondes ; conditions d'obtention d'interférences : sources synchrones, sources mutuellement cohérentes, différence de marche $<$ longueur de cohérence ; formule des interférences à 2 ondes ; figures d'interférences : franges brillantes, sombres, contraste ; utilisation de la notation complexe.

Questions de cours :

1. Donner et commenter les 3 approximations du modèle du dipôle oscillant.
2. Les formules des champs électriques et magnétiques rayonnés étant données, les interpréter.
3. Expliquer la diffusion Rayleigh et le bleu du ciel. On ne demandera pas de démonstration.
4. Optique géométrique : relation de conjugaison, conditions de Gauss, foyers secondaires...
5. Énoncé et démonstration de la formule d'interférence à 2 ondes. On privilégiera la démonstration avec la notation complexe.
6. Conditions d'interférence (sans démonstration). Pour 2 ondes, préciser quand on a interférence constructive ou destructive. Définir le contraste et l'intensité lumineuse.

Programme prévisionnel de la semaine suivante :

Réseaux

Eléments du programme en rapport avec la colle :

3.1. Modèle scalaire des ondes lumineuses	
Modèle de propagation dans l'approximation de l'optique géométrique.	Utiliser une grandeur scalaire pour décrire un signal lumineux.
Chemin optique. Déphasage dû à la propagation. Surfaces d'ondes. Théorème de Malus (admis). Onde plane, onde sphérique ; effet d'une lentille mince dans l'approximation de Gauss.	Exprimer le retard de phase en un point (par rapport à un autre) en fonction de la durée de propagation ou du chemin optique. Associer une description de la formation des images en termes de rayon lumineux et en termes de surfaces d'onde. Utiliser la propriété énonçant que le chemin optique séparant deux points conjugués est indépendant du rayon lumineux choisi.
Modèle d'émission. Relation (admise) entre le temps de cohérence et la largeur spectrale.	Citer l'ordre de grandeur du temps de cohérence Δt de quelques radiations visibles. Utiliser la relation $\Delta f \cdot \Delta t \sim 1$ pour relier le temps de cohérence à la largeur spectrale $\Delta \lambda$ de la radiation.
Récepteurs. Intensité de la lumière.	Relier l'intensité à la moyenne temporelle du carré de la grandeur scalaire de l'optique. Citer l'ordre de grandeur du temps de réponse de quelques récepteurs de lumière. Mettre en œuvre des expériences utilisant un capteur photographique numérique.
3.2. Superposition d'ondes lumineuses	
Superposition de deux ondes incohérentes entre elles.	Justifier et utiliser l'additivité des intensités.
Superposition de deux ondes monochromatiques cohérentes entre elles : formule de Fresnel. Facteur de contraste.	Citer les principales conditions pour que le phénomène d'interférences apparaisse (ondes quasi synchrones, déphasage constant dans le temps ou très lentement variable). Établir et utiliser la formule de Fresnel. Associer un bon contraste à des ondes d'intensités voisines.

3.3. Exemple de dispositif interférentiel par division du front d'onde : trous d'Young	
Trous d'Young ponctuels dans un milieu non dispersif : source ponctuelle à distance finie et observation à grande distance. Champ d'interférences. Ordre d'interférences.	Définir, exprimer et utiliser l'interfrange et l'ordre d'interférences. Justifier que les franges ne sont pas localisées.
Variations de l'ordre d'interférences avec la position du point d'observation ; franges d'interférences.	Interpréter la forme des franges observées.
Variations de l'ordre d'interférences avec la position d'un point source. Perte de contraste par élargissement angulaire de la source.	Utiliser un critère de brouillage des franges portant sur l'ordre d'interférence.
Variations de l'ordre d'interférence avec la longueur d'onde. Perte de contraste par élargissement spectral de la source.	Utiliser un critère de brouillage des franges portant sur l'ordre d'interférence.
3.4. Exemple de dispositif interférentiel par division d'amplitude : interféromètre de Michelson éclairé par une source spatialement étendue	
Interféromètre de Michelson éclairé par une source spatialement étendue. Localisation (admise) des franges.	Citer les conditions d'éclairage et d'observation en lame d'air et en coin d'air.
Lame d'air : franges d'égale inclinaison.	Établir et utiliser l'expression de la différence de marche en fonction de l'épaisseur de la lame d'air équivalente et de l'angle d'incidence des rayons. Régler un interféromètre de Michelson pour une observation en lame d'air avec une source étendue à l'aide d'un protocole proposé. Mettre en œuvre un protocole pour accéder au profil spectral d'une raie ou d'un doublet à l'aide d'un interféromètre de Michelson.
Coin d'air : franges d'égale épaisseur.	Utiliser l'expression admise de la différence de marche en fonction de l'épaisseur. Caractériser la géométrie d'un objet ou l'indice d'un milieu à l'aide d'un interféromètre de Michelson. Interpréter qualitativement les observations en lumière blanche.