

Programme de colles Physique PC* - Semaine 6

Une colle comportera :

- une question de cours à traiter en moins de 15 minutes,
- un exercice.

Une question de cours non sue entrainera une note inférieure à la moyenne.

La colle commencera par un tracé de rayons pour une lentille, de préférence avec un objet virtuel et/ou une lentille divergente.

Les démonstrations à savoir (questions de cours - non exhaustives - typiques pouvant être posées par l'examineur) sont marquées en rouge et introduites par le symbole ☞.

Capacités numériques

Capacités numériques 1, 2, 3, 4 et 5

Toutes les capacités numériques sur les incertitudes ont été vues (évaluations de type A et B, calculs des reports d'incertitudes par les formules et par simulation de Monte-Carlo, régression linéaire avec simulation Monte-Carlo). Simulation d'une marche aléatoire. Décomposition en série de Fourier d'un signal, action d'un filtre linéaire. Résolution d'une équation différentielle du premier ordre par la méthode d'Euler explicite. Les schémas d'Heun, d'Euler implicite et de Crank-Nicholson ont été présentés mais ne sont pas exigibles.

Ondes 1

Ondes dans des milieux non dispersifs

1 Oscillateurs

Ce paragraphe a été traité dans le cadre de deux masses reliées chacune à un bâti par un ressort et couplées entre elles par un 3e ressort.

1.1 Rappels

1.2 Oscillateurs couplés

Modes propres d'oscillateurs couplés, propriétés des modes (modes symétrique et antisymétrique), cas particulier des oscillateurs identiques (le couplage écarte les pulsations propres), généralisation qualitative à N oscillateurs couplés, oscillateurs identiques et couplage faible (phénomène de battements), résonances d'un système de deux oscillateurs couplés

2 Onde longitudinale dans un solide élastique

☞ Loi de Hooke - Module d'Young

☞ Modèle microscopique de solide élastique unidimensionnel à l'aide de la chaîne d'atomes élastiquement liés à guider : force subie par un atome, passage à la limite continue, allongement relatif d'une chaîne d'atomes, interprétation microscopique de la loi de Hooke.

☞ Établissement de l'équation d'onde : celle-ci se fait à la limite continue à l'aide de la loi de Hooke.

3 Ondes transversales sur une corde vibrante infiniment souple

☞ Connaître les 5 hypothèses du modèle : corde sans rigidité, élasticité négligée, corde homogène, poids négligé, mouvements infiniment petits

☞ Savoir démontrer l'équation de propagation pour une onde transversale sur une corde vibrante infiniment souple. Connaître par cœur l'équation de d'Alembert.

4 Câble coaxial

☞ Une fois la modélisation du câble coaxial redonnée par le colleur, savoir redémontrer l'équation de propagation

5 Équation de d'Alembert

Forme à connaître par cœur, aucune erreur ne sera tolérée.

6 Solution de l'équation de d'Alembert sous forme d'onde plane progressive

6.1 Interprétation physique de l'OPP

6.2 Retour sur la célérité des ondes

6.3 Onde plane progressive monochromatique (OPPM)

Rappels de première année, notation complexe, relation de dispersion

6.4 Problèmes énergétiques - Notion d'impédance

Partie traitée dans le cadre du câble coaxial.

7 Réflexion et transmission

Partie traitée dans le cadre du câble coaxial.

☞ Déterminer les coefficients de réflexion et de transmission en amplitude pour la tension et l'intensité, ainsi que les coefficients de réflexion et de transmission en puissance.

8 Solution de l'équation de d'Alembert sous forme d'onde stationnaire

8.1 Onde stationnaire solution de l'équation

☞ Forme d'une onde stationnaire. Injection d'une OS dans l'équation de d'Alembert et obtention de la forme sinusoidale solution de l'équation.

☞ Position des ventres et des nœuds.

8.2 Équivalence entre OS et somme d'OPP

8.3 Corde fixée à ses deux extrémités

☞ Savoir retrouver les expressions des modes et des fréquences propres.

Notion de mode, fondamental et harmoniques. Applications aux instruments de musique à corde.

8.4 Expérience de Melde

☞ Savoir retrouver l'expression de la forme de l'onde quand elle est excitée sinusoidalement à l'une de ses extrémités.

Nous avons traité l'exercice de la chaînette et étudié l'impédance d'une corde souple ainsi que les coefficients de réflexion et de transmission lors d'un raccord entre deux cordes différentes.

Ondes 2

Dispersion - Absorption

1 Dispersion et Absorption

1.1 Exemple de la corde souple avec frottement

1.2 Partie imaginaire de k : absorption

Savoir relier la partie imaginaire de k à la longueur de pénétration dans le milieu.

1.3 Partie réelle de k : dispersion

Notion de vitesse de phase, notion de dispersion, milieux dispersifs et non dispersifs.

1.4 Résumé

La méthode d'étude de la propagation d'un milieu est à savoir : établir l'équation d'onde, y injecter une OPPM pour obtenir la relation de dispersion, en déduire k' et k'' et conclure sur les caractères absorbants et dispersifs du milieu.

Tous les cas de figures ont été traités : OPPM, pseudo-OPPM, onde évanescente.

2 Paquet d'ondes

2.1 Superposition de deux OPPM de pulsations voisines

☞ Savoir retrouver la forme de la superposition de deux OPPM de pulsations voisines par le calcul, faire apparaître les deux périodicités, savoir tracer la forme de l'onde obtenue et commenter en terme de battements.

2.2 Généralisation à une superposition continue d'ondes

La transformée de Fourier est hors-programme mais abordée d'un point de vue qualitatif. Définition d'un paquet d'ondes. Spectre du paquet d'ondes. Relation entre extension temporelle et largeur spectrale. Vitesse de groupe et vitesse de phase

2.3 Propagation d'un paquet d'ondes

Propagation dans un milieu non dispersif.

Propagation dans un milieu dispersif : cas de l'équation de Klein-Gordon.

☞ Savoir faire l'étude d'un milieu gouverné par la relation de dispersion de Klein-Gordon (à redonner).

Application aux télécommunications.

Exercices traités en classe : Ondes thermiques, câble coaxial avec pertes.

Optique 1

Optique géométrique (révisions PCSI)

Tout le cours de PCSI est au programme. Exercices à savoir faire en particulier : fibre optique à saut d'indice, lunette de Galilée. Les tracés avec les lentilles ont été revus.

Optique 2

Optique physique

Pas d'exercices cette semaine sur l'optique physique, seulement des questions de cours.

1 Généralités sur l'optique physique

1.1 Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique ?

Quelques résultats admis sur les ondes électromagnétiques : écriture d'une OPPM avec formulation intrinsèque en $\vec{k} \cdot \vec{r}$, $k = nk_0$ dans un MLHTI, structure de l'onde électromagnétique, notion de vecteur de Poynting, intensité d'une onde lumineuse.

1.2 Approximation scalaire de l'optique

1.3 Notion de rayon lumineux

1.4 Chemin optique

1.5 Notion de différence de marche

1.6 Surface d'onde

1.7 Théorème de Malus

1.7.1 Énoncé

1.7.2 Onde sphérique dans un milieu homogène

1.7.3 Onde plane dans un milieu homogène

1.8 Condition de stigmatisme (hors-programme)

2 Superposition de radiations monochromatiques cohérentes

2.1 Étude de la superposition de deux ondes monochromatiques

☞ Savoir redémontrer la formule de Fresnel avec en réels et en complexes (dans le cas où les deux ondes ont même fréquence pour la méthode complexe).

Notion de cohérence, premier critère de cohérence.

2.2 Étude du champ d'interférence - Notion de contraste

2.3 Ordre d'interférence

2.4 Construction de Fresnel

Cas d'une superposition de 2 ondes cohérentes, cas d'une superposition de N ondes cohérentes.

2.5 Superposition de N ondes cohérentes

Construction de Fresnel pour N ondes cohérentes. Critère pour obtenir l'intensité maximale, expression de cette intensité dans le cas de N ondes de même intensité. Le calcul direct de la somme des amplitudes spatiales n'a pas été vu encore.

3 Cohérences

3.1 Caractérisation de l'émission lumineuse

Notion de train d'onde, longueur de cohérence.

3.2 Incohérence temporelle

3.3 Incohérence spatiale

3.4 Les deux types d'interféromètres

3.5 Critère de cohérence

Le critère $\delta \ll l_c$ de cohérence temporelle doit être su. Les longueurs de cohérence des sources typiques doivent être connues (lumière blanche, lampe spectrale, laser).

4 Exemple de dispositif interférentiel par division du front d'onde : les trous/fentes d'Young

4.1 Description du montage

4.2 Observation expérimentale

4.3 Calcul de la différence de marche

☞ La différence de marche doit être connue ainsi que sa démonstration.

4.4 Position des franges sombres et brillantes

4.5 Interfrange

☞ L'interfrange doit être connue ainsi que sa démonstration.

4.6 Trous d'Young et fentes d'Young