

Programme de colles Physique PC* - Semaine 17

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.

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

Capacités numériques

Capacités numériques 8, 9, 10, 11

Résolution de l'équation de diffusion par une méthode d'Euler explicite (la seule au programme).

Utilisation de Numpy.

Étude d'un mouvement dans une force centrale.

Étude de la déviation vers l'Est.

Ondes 3

Ondes acoustiques dans les fluides

1 Équation de propagation d'une onde acoustique dans un fluide

1.1 Hypothèses d'étude - approximation acoustique

☞ Les 5 hypothèses d'étude doivent être connues, en particulier l'approximation acoustique

1.2 Obtention de l'équation de d'Alembert pour la surpression

☞ Savoir linéariser l'équation d'Euler, l'équation de conservation de la masse et savoir utiliser le coefficient de compressibilité isentropique (dont la définition doit être connue afin d'obtenir l'équation de d'Alembert pour la surpression).

L'établissement de l'équation de d'Alembert pour la vitesse a été vu mais est à la limite du programme.

Connaître l'expression de la célérité d'une onde acoustique dans un fluide et discuter son expression (compressibilité du fluide, influence de l'inertie).

1.3 Célérité dans le cas d'un gaz parfait

☞ Savoir redémontrer l'expression de la célérité dans le cas du gaz parfait.

Connaître les ordres de grandeurs de la célérité dans un gaz et dans un fluide.

1.4 Solution de l'équation de d'Alembert

Rappels de début d'année sur la solution sous forme d'une superposition de deux OPP. Forme de l'OPPM.

1.5 Impédance acoustique

☞ Savoir retrouver l'expression de l'impédance acoustique dans le cas d'une OPPM.

1.6 Cas de l'onde sphérique

☞ Champ proche, champ lointain, expression de v obtenue à partir de l'expression de p donnée, impédance de l'onde.

2 Aspects énergétiques

2.1 Vecteur densité de flux de puissance acoustique

☞ Connaître l'expression de ce vecteur $\vec{\Pi} = p \vec{v}$ et sa signification physique.

2.2 Équation locale de conservation de l'énergie acoustique

La démonstration de cette équation est hors-programme mais il faut connaître l'expression de la densité volumique d'énergie e acoustique.

2.3 Cas d'une OPPM

Savoir retrouver les expressions de $\langle \vec{\Pi} \rangle$ et de $\langle e \rangle$ dans le cas d'une OPPM. Le lien entre ces deux expressions sera détaillé ultérieurement dans le cours sur les ondes électromagnétiques.

2.4 Intensité d'une onde acoustique, niveau sonore

☞ Connaître la définition de l'intensité d'une onde acoustique ainsi que du niveau sonore.

☞ Établir le lien entre l'intensité d'une OPPM et son amplitude (en vitesse ou surpression)

2.5 Retour sur l'approximation acoustique

☞ À partir des valeurs extrémales du niveau sonore, savoir vérifier numériquement après-coup que l'approximation acoustique est vérifiée.

2.6 Application à l'onde sphérique

☞ Savoir retrouver l'intensité de l'onde dans le cas d'une onde sphérique dans les deux zones. Puissance totale traversant une sphère de rayon r . Application à la sphère oscillante.

3 Réflexion et transmission d'une onde acoustique à un changement de milieu

3.1 Cas d'un milieu unidimensionnel à section constante

☞ Savoir retrouver les coefficients de réflexion et de transmission en amplitude au passage entre deux milieux d'impédances Z_1 et Z_2 respectivement.

☞ Savoir retrouver les coefficients de réflexion et de transmission en puissance au passage entre deux milieux d'impédances Z_1 et Z_2 respectivement.

3.2 Cas d'une paroi massique entre deux fluides

☞ L'exercice suivant peut être considéré comme exercice de cours.

Exercice :

On considère une paroi séparant un milieu intérieur (air) d'un milieu extérieur (air également) située initialement dans le plan $x = 0$. Une onde acoustique se propage dans le sens des x croissants depuis le milieu intérieur vers le milieu extérieur. On modélise la paroi par une tranche infiniment fine de section S .

1. Donner la relation entre S , la masse volumique ρ de la tranche et sa masse surfacique σ .
2. Quelle doit être la relation entre l'épaisseur L de la paroi et la longueur d'onde λ pour pouvoir considérer que tout "vibre en bloc". Quelle relation vérifient donc les vitesses de part et d'autre de la paroi ?
3. Trouver l'expression du coefficient de transmission en amplitude associé à la surpression, puis l'expression du coefficient de transmission énergétique T après avoir rappelé sa définition.
4. Tracer $T_{dB} = 10 \log_{10}(T)$. De quel type de filtre s'agit-il ?

4 Ondes sonores planes stationnaires - Application aux instruments de musique

4.1 Onde stationnaire dans un tuyau**4.2 Modes propres d'une cavité**

Cas ouvert-ouvert, fermé-fermé et ouvert-fermé.

Exercices traités en TD : réflexion et transmission dans le cas d'un changement abrupt de section, propagation dans un pavillon.

Ondes 3

Ondes électromagnétiques dans le vide

1 Équation d'onde des champs E et B

☞ Savoir redémontrer l'équation de d'Alembert pour les champs électrique et magnétique dans le vide.

2 Ondes planes progressives monochromatiques**2.1 Définitions****2.2 Vecteur d'onde**

Formulation intrinsèque d'une OPPM en faisant intervenir $\vec{k} \cdot \vec{r}$.

2.3 OPPM solution de l'équation d'onde dans le vide

Savoir utiliser les notations complexes pour calculer les actions des opérateurs courants appliqués à une OPPM.

☞ Savoir remonter le caractère transverse électrique et magnétique de l'onde, connaître et savoir retrouver la structure locale de l'onde, savoir retrouver la relation de dispersion. Comparer les expressions des forces électrique et magnétique subies par une charge présente dans un champ ém.

2.4 Les divers domaines des ondes ém**2.5 Description corpusculaire d'une OPPM**

Relations de Planck-Einstein et relation de de Broglie.

3 Polarisation des OPPM**3.1 Polarisation elliptique**

Savoir retrouver le caractère gauche ou droite d'une polarisation elliptique **n'est pas au programme**.

3.2 Polarisation linéaire**3.3 Polarisation circulaire**

Savoir retrouver le caractère gauche ou droite d'une polarisation circulaire.

3.4 Décomposition d'une OPPM en ondes polarisées circulairement

(Vu en exercice)

Pas de questions expérimentales sur la polarisation en core (lames quart et demi-ondes)

4 Propagation de l'énergie des OPPM**4.1 Grandeurs instantanées**

☞ Retrouver l'expression de la densité volumique d'énergie ém instantanée d'une OPPM. Savoir retrouver l'expression du vecteur de Poynting moyen d'une OPPM.

4.2 Grandeurs moyennes

☞ Retrouver les moyennes des deux expressions précédentes.

4.3 Puissance rayonnée et intensité

Définition de l'intensité, expression pour une OPPM, lien entre intensité et amplitude du champ électrique. Ordres de grandeurs pour un laser courant, la lumière du Soleil et un téléphone portable.

4.4 Interprétation physique

☞ Comprendre le lien entre l'expression de la densité volumique d'énergie ém et l'expression du vecteur de Poynting en considérant le volume traversant la section entre t et $t + dt$.

4.5 Flux du vecteur de Poynting et flux de photons

☞ Cet exercice peut être considéré comme un exercice de cours.

Exercice :

Un laser Helium-Neon émet un faisceau lumineux cylindrique de rayon $R = 1,0$ mm d'une OPPM de longueur d'onde $\lambda = 632,8$ nm. La puissance moyenne émise est $P_e = 1,0$ mW. On donne $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H · m⁻¹ et $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J · s

1. Calculer les amplitudes E_{max} du champ électrique et B_{max} du champ magnétique.
2. Déterminer le nombre de photons n par unité de volume dans le faisceau.
3. Déterminer le nombre ϕ_N de photons émis par seconde par le laser.