

## Programme de colles Physique PC\* - Semaine 16

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 et 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.

————— Électromagnétisme 5 —————

## Équations de Maxwell

### 1 Équations de Maxwell

#### 1.1 Formulation

☞ Connaître par cœur les équations de Maxwell ainsi que leur nom

#### 1.2 Remarques

#### 1.3 Conservation de la charge électrique

☞ Savoir retrouver l'équation locale de conservation de la charge à partir des équations de Maxwell

### 2 Expression intégrale des équations de Maxwell

Savoir retrouver les expressions intégrales. Savoir retrouver en particulier la loi de Faraday.

### 3 Relations de passage

Hors-programme.

### 4 Notion de potentiel vecteur

Hors-programme.

### 5 Aspects énergétiques

#### 5.1 Puissance volumique reçue par la matière de la part du champ

☞ Savoir remonter que  $dP/dV = \vec{j} \cdot \vec{E}$

Application à l'effet Joule, démonstration de  $P = RI^2$  pour un barreau parallélépipédique.

#### 5.2 Équation locale de conservation de l'énergie électromagnétique

La démonstration des expressions du vecteur de Poynting et de la densité volumique d'énergie électromagnétique est faite mais est hors-programme.

☞ Les expressions sont par contre à connaître par cœur.

————— Électromagnétisme 6 —————

## ARQS - Induction électromagnétique

### 1 ARQS

Définition, critère de validité de l'ARQS, conséquences sur les équations de Maxwell.

### 2 Circuit fixe dans un champ magnétique dépendant du temps

#### 2.1 Loi de Faraday

#### 2.2 Principe de modération de Lenz

☞ La fém induite tend à s'opposer par ses conséquences aux phénomènes qui lui ont donné naissance.

### 3 Inductance propre - Inductance mutuelle

Définitions, exercice d'application sur le couplage entre deux circuits. Application au transformateur idéal.

### 4 Circuit mobile dans un champ magnétique stationnaire

Exercice du rail de Laplace, principe de l'alternateur. Le haut-parleur électrodynamique a été revu en DM.

————— 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 extrêmes 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  $\rho$  de la tranche et sa masse surfacique  $\sigma$ .
2. Quelle doit être la relation entre l'épaisseur  $L$  de la paroi et la longueur d'onde  $\lambda$  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 ?

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

## 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.