

Programme de colle n°18 (10/03 au 14/03)

Attention, le programme de colle fait deux pages

Cours

Révisions d'induction de première année

Tout.

Ondes EM dans les plasmas et les métaux

Conductivité complexe d'un plasma localement neutre : modèle, conductivité complexe, interprétation énergétique.

Ondes EM dans un milieu localement neutre (supposé posséder une conductivité complexe) : structure des OPPH, relation de dispersion, interprétation physique et indice complexe, lien avec l'optique.

Retour sur le plasma peu dense : relation de dispersion et pulsation plasma, étude des deux cas (propagatif et onde évanescente), aspects énergétiques, exemple de l'ionosphère.

Retour sur le conducteur ohmique : conductivité complexe, relation de dispersion, cas des très basses fréquences (effet de peau), cas des très hautes fréquences (domaine optique).

Interface entre deux milieux

Réflexion et transmission d'une OPPH à l'interface entre deux milieux (incidence normale) : coefficients de réflexion et de transmission pour le champ électrique.

Application à l'interface vide-plasma : étude des deux cas en fréquence, coefficients de réflexion et transmission en puissance, cas limites. Relation $R_{12} + T_{12} = 1$.

Application à l'interface vide-conducteur ohmique : étude des deux cas en fréquence.

Comment décrire le monde quantique ?

Dualité onde-corpuscule : cas de la lumière (rayonnement du corps noir, effet photoélectrique, diffusion COMPTON) et relations de PLANCK-EINSTEIN. Cas de la matière et relations de DE BROGLIE. Expérience des trous d'YOUNG : aspects ondulatoire et corpusculaire, conclusion. Principe de complémentarité de BOHR.

Fonction d'onde et équation de SCHRÖDINGER : interprétation probabiliste de BORN, probabilité de présence et densité de probabilité, normalisation de la fonction d'onde.

Équation de SCHRÖDINGER pour une particule libre : position du problème, relation de dispersion et équation. Paquet d'onde, vitesse de groupe et vitesse de la particule. Vecteur densité de courant de probabilité.

Équation de SCHRÖDINGER dans un potentiel stationnaire : construction de l'équation et états stationnaires.

Inégalité spatiale de HEISENBERG : obtenue à partir du paquet d'onde et de la diffraction par une fente. Interprétation.

Quantique ou classique ? Critère sur la longueur d'onde de DE BROGLIE, critère quantique (\hbar) en complément. Principe de correspondance de BOHR.

Cours

Particule quantique dans un puits de potentiel

Cas du puits infini : modélisation, recherche d'états stationnaires, quantification de l'énergie et forme des solutions trouvées. Lien avec les interprétations qualitatives de PCSI (modes propres d'une corde et énergie minimale par HEISENBERG).

Cas du puits fini : modélisation, recherche d'états stationnaires pairs et impairs par résolution graphique, quantification de l'énergie et forme des solutions trouvées. Profondeur de pénétration des ondes évanescentes et comparaison avec un puits infini.

Barrière de potentiel et effet tunnel : modélisation, recherche des états stationnaires, coefficient de probabilité de transmission à partir du vecteur courant de probabilité de présence, commentaires $|\psi(x, t)|^2$, approximation de barrière épaisse $T \propto e^{-2L/\delta}$ avec $\delta = \frac{\hbar}{\sqrt{2m(V_0-E)}}$ et OdG.

Approche descriptive du double puits de potentiel : modélisation, états stationnaires du double puits infini, puis fini. Couplage par effet tunnel, abaissement et levée de dégénérescence des niveaux d'énergie. Applications à la liaison covalente et aux structures cristallines. Oscillations quantiques et exemple de l'ammoniac.

Ordres de grandeur

- **Fil de cuivre usuel** : conductivité électrique $\sigma \approx 10^8 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$, densité d'électrons $n^* \approx 10^{29} \text{ m}^{-3}$, rayon $a = 1 \text{ mm}$ et courant $I = 1 \text{ A}$ donnent un vecteur densité de courant $j = \frac{I}{a^2} \approx 10^6 \text{ A}\cdot\text{m}^{-2}$ et une vitesse moyenne de déplacement des électrons $v = \frac{j}{n^*e} \approx 0.1 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Résistance linéique $R_\ell = \frac{R}{L} = \frac{1}{\sigma S} \approx 10^{-3} \Omega\cdot\text{m}^{-1}$.
- **Électromagnétisme** : valeurs de μ_0 , ϵ_0 et c (relation $\epsilon_0\mu_0c^2 = 1$). Spectre électromagnétique (révisions de début d'année). Flux énergétique surfacique moyen et champ électrique associé : Soleil et laser hélium néon ($1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ et $1 \text{ kV}\cdot\text{m}^{-1}$), téléphone portable ($0.1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ à 1 m et $10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$).
- **Mécanique quantique** : Constante de PLANCK $h \approx 6,6\cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, constante de PLANCK réduite $\hbar = h/2\pi \approx 1,0\cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, masse de l'électron $m = 9,1\cdot 10^{-31} \text{ kg}$, unité de masse atomique $1 \text{ uma} \approx 1,67\cdot 10^{-27} \text{ kg}$, masse d'un nucléon $\approx 1 \text{ uma}$, $1 \text{ eV} = 1,6\cdot 10^{-19} \text{ J}$, rayon d'un atome $\approx 10^{-10} \text{ m}$, d'un noyau $\approx 10^{-15} \text{ m}$.