

Programme de khôlle semaine n°17

Physique-chimie MPI/MPI*

Du 3 au 7 février 2025

Thermodynamique : révisions générales (première et deuxième années)

Ondes électromagnétiques :

- 1. Retour aux équations de Maxwell : tout exercice
 - Conservation locale de la charge électrique
 - Conservation locale de l'énergie électromagnétique : théorème de Poynting, densité volumique d'énergie électromagnétique, vecteur de Poynting, puissance volumique cédée à la matière
 - Équation de d'Alembert dans un espace vide de charges et de courants
- 2. Solutions en OPPM dans le vide : tout exercice
 - Onde scalaire solution de l'équation de d'Alembert
 - Onde plane, plans d'onde
 - OPPM, double-périodicité spatiale et temporelle, vecteur d'onde, caractère non physique
 - Vitesse de phase
- 3. Formalisme complexe pour les OPPM : tout exercice
 - Action des dérivées partielles sur un ansatz d'OPPM écrit en complexe
 - Action de nabla (et gradient, divergence, rotationnel et laplacien)
- 4. Structure d'une OPPM dans le vide : tout exercice
 - Équations de Maxwell-Gauss et Thomson en complexe : structure transverse d'une OPPM
 - Équation de Maxwell-Faraday : relation de structure
 - Équation de d'Alembert : relation de dispersion
 - Intensité lumineuse, calcul en complexe pour une OPPM
- 5. Polarisation d'une onde électromagnétique : *cours seulement*
 - Polarisation rectiligne, caractérisation
 - Polarisation circulaire, caractérisation, détermination du sens de la rotation
 - Caractère non polarisé de la lumière naturelle
 - Polariseur, direction privilégiée, loi de Malus, expérience de Malus
- 6. Paquets d'ondes — Milieux dispersifs : *cours seulement*
 - Caractère non physique d'une OPPM, paquet d'ondes, non-additivité des grandeurs énergétiques
 - Onde stationnaire obtenue par superposition de deux OPPM se propageant en sens inverse, nœuds espacés d'une demi-longueur d'onde, nullité du vecteur de Poynting et non-nullité de la densité volumique d'énergie
 - Milieux transparents : indice optique et vitesse de phase, loi de Cauchy, caractère dispersif
 - Vitesse de groupe
 - Définition généralisée de l'indice optique $n = kc/\omega$
- 7. Ondes électromagnétiques dans un plasma dilué : *cours seulement*
 - Hypothèses : basse pression pour négliger les interactions entre particules, électroneutralité locale, propriétés proches du vide pour garder ϵ_0 et μ_0 , un électron libre par atome
 - Loi d'Ohm locale, négligeabilité du terme cationique, interprétation de la conductivité complexe, absence d'effet Joule
 - Équation d'onde, relation de dispersion et pulsation plasma, vecteur d'onde complexe, relation de structure valable en complexe
 - Régime haute fréquence : solutions en OPPM, indice optique réel, vitesse de phase et vitesse de groupe
 - Régime basse fréquence : solutions en ondes évanescentes, indice optique imaginaire pur lié à l'atténuation
 - Vecteur de Poynting dans les deux régimes, nécessité d'une réflexion à la surface du plasma dans le cas basse fréquence
 - Exemple de l'ionosphère, contraintes sur la fréquence pour les télécommunications terrestres ou satellitaires