

Physique de la matière condensée avancée

PHY 730

(Sujet à changement)

COURS
Titre : Physique de la matière condensée avancée
Sigle : PHY 730
Crédits : 3
Travaux dirigés : 1 heure/semaine créditée dans le cadre du Microprogramme de deuxième cycle d'interactions scientifiques (SCI 725)
Travail personnel : 5 heures/semaine

PROFESSEUR
Nom : Patrick Fournier
Bureau : D2-1073
Labos : D2-1053-1 ou D2-0040
Horaire de disponibilité : Mardis, Jeudis en après-midi (consulter horaire)

Place du cours dans le programme

Type de cours : optionnel

Prérequis : mécanique quantique et physique statistique du baccalauréat

Objectifs généraux

Le cours PHY 730 vise à :

- Comprendre les concepts fondamentaux et le formalisme théorique permettant de décrire le comportement physique des solides cristallins et être capable d'utiliser ces concepts et ce formalisme pour résoudre des problèmes complexes impliquant les propriétés thermiques, électriques et optiques les plus importantes des cristaux.;

Objectifs spécifiques

Le cours vise à approfondir les notions avancées de physique de la matière condensée faisant intervenir les outils acquis en mécanique quantique et en physique statistique. Le cours aborde les sujets suivants: la structure électronique sur réseau, les propriétés physiques des matériaux avec une emphase sur la thermodynamique et le transport.

Méthode pédagogique

1. *Exposés magistraux + questions des étudiants* : **le cours sera en présentiel lorsque la situation COVID le permettra**
2. Lectures guidées dans livre(s) de référence (surtout Ashcroft & Mermin)
3. Problèmes-type résolus en classe (~1 heure/semaine)
4. Formule adaptée de la méthode *Apprentissage par problèmes* (APP) pour des sujets choisis
5. Série de problèmes à faire par soi-même

Plan de la matière

La matière est distribuée sur onze chapitres qui seront parcourus en environ 45 heures effectives de cours. La répartition approximative ci-dessous doit être considérée comme un guide.

- 1. Introduction** (30 min.)
- 2. Modèle de Drude** (2 hres) (2)
 - a- Modèle
 - b- Propriétés physiques
- 3. Structure électronique I** (6 hres) (8)
 - a- Hamiltonien d'un cristal
 - b- Métaux
 - c- Fonctions de Green
 - d- Seconde quantification
- 4. Propriétés thermodynamiques et de transport I** (6 hres) (14)
 - a- Distribution de Fermi-Dirac
 - b- Thermodynamique du gaz d'électrons
 - c- Développement de Sommerfeld
 - d- Propriétés physiques
 - e- APP#1 G2DE
 - f- Propriétés en champ magnétique intense
- 5. Structures cristalline, réseau réciproque et cristallographie** (2 hre) (16)
 - a- Réseaux périodiques et symétries
 - b- Réseau réciproque et zone de Brillouin
 - c- Cristallographie de base
 - d- Cristallographie avancée
- 6. Structure électronique II** (6 hres) (22)
 - a- Fonctions d'onde dans réseau périodique et théorème de Bloch
 - b- Électrons dans un potentiel périodiques faibles
 - c- Méthodes des liaisons fortes
 - d- Fonctions de Wannier
 - e- Autres approches
 - f- APP#2 semiconducteurs
 - g- Origine du magnétisme
- 7. Structure de bandes de quelques matériaux** (2 hre) (24)
 - a- contenu à déterminer
- 8. Vibrations du réseau** (4 hres) (28)
 - a- Modèle discret classique
 - b- Densité de modes
 - c- Quantification : phonons
 - d- Thermodynamique des phonons
- 9. Modèle semi-classique** (8 hres) (34)
 - a- Modèle semi-classique
 - b- Dynamique des électrons : transport de Boltzmann
 - c- Tenseurs de transport électrique et de chaleur
 - d- Conduction thermique des solides
 - e- Diffusion
- 10. Au-delà des approximations des électrons indépendants et du temps de relaxation** (4 hres) (38)
 - a- contenu à déterminer

Méthodes d'évaluation

Date	Travail	Note
Durant la session	2 apprentissages par problème (travaux longs)	20%
	3 devoirs	20%
Mi-session	Examen intra-trimestriel (<i>take-home</i>)	30%
Fin de session	Examen final (<i>format à discuter</i>)	30%

Détails sur les travaux

Apprentissages par problèmes (20%)

- 2 sujets choisis en physique du solide pour approfondir les notions à intégrer
- Modalités à venir

Devoirs (20%)

- 3 devoirs seront soumis aux étudiants à des moments cruciaux du cours;

Intra (30%) et Final (30%)

- Deux examens pour vérifier les acquis.
- Intra : *Take-home*
- Final : Format à discuter.

Bibliographie

Toute la matière se trouve dans mes notes de cours disponibles sur Moodle. Parce que ces notes de cours sont incomplètes, on suggère d'en restreindre la distribution (c'est une "œuvre" incomplète). Pour la même raison, on encourage les étudiants à consulter assidûment le livre d'Ashcroft & Mermin disponible en versions française (*Physique des solides*) et anglaise (*Solid State Physics*). Des versions PDF peuvent même être achetées. D'autres bouquins comme ceux de Kittel et de Omar sont aussi suggérés.