

Faculté de sciences appliquées



MAPR2471 Phénomènes de transport dans les solides

[30h+30h exercices] 5 crédits

Cette activité se déroule pendant le 1er semestre

Enseignant(s): Jean-Christophe Charlier, Xavier Gonze (coord.), Luc Piraux

Langue d'enseignement : français

Niveau : Deuxième cycle

Objectifs (en termes de compétences)

Ce cours fournit une description physique des principaux phénomènes de transport électrique et thermique dans les matériaux. Il introduit également les particularités du transport électronique dans des nanostructures et systèmes de basse dimensionalité, y compris les phénomènes quantiques. Finalement, les laboratoires permettent aux étudiants de se familiariser avec les dispositifs expérimentaux utilisés pour la mesure de ces propriétés de transport.

Objet de l'activité (principaux thèmes à aborder)

Les matières couvertes comprennent : conductivités électriques et thermiques, effets thermoélectriques, aspects expérimentaux, effets de la température et d'un champ magnétique, transport polarisé en spin, transport électronique dans des systèmes bidimensionnels et unidimensionnels, ainsi qu'à l'échelle moléculaire.

Résumé : Contenu et Méthodes

A : Matériaux massifs

Conductivité électrique : Expressions théoriques - Comparaison entre métaux, semiconducteurs et semi-métaux - Mécanismes de collisions et dépendance en température - Lien avec la structure de bandes

Conductivité thermique : Expressions théoriques des contributions électronique et du réseau - Mécanismes de collisions et dépendance en température - Discussion de divers exemples illustratifs (conducteurs et isolants)

Effets thermoélectriques : Expressions des effets Seebeck et Peltier - Discussion de divers exemples illustratifs (métaux et semiconducteurs) - Conversion thermoélectrique

Aspects expérimentaux : dispositifs de mesures électriques et thermiques

Influence d'un champ magnétique : Effet d'un champ magnétique sur l'occupation des états des électrons et sur le transport électronique

B : Matériaux nanostructurés et systèmes de basse dimensionalité

Nanostructures magnétiques : Courants électriques polarisés en spin, magnétorésistance géante dans des multicouches métalliques magnétiques, introduction à l'électronique de spin (spintronique)

Passage à 2D : Gaz électronique bidimensionnel et exemples illustratifs, occupation des états électroniques, effet d'un champ magnétique, effet Hall quantique, effets de localisation faible

Passage à 1D : Gaz électronique unidimensionnel et exemples illustratifs, occupation des états électroniques, transport diffusif et ballistique, effet d'un champ magnétique, fluctuations universelles de conductance, blocage de Coulomb, quantification de la conductance, effet Aharonov-Bohm

Passage à 0D : Point quantique et exemples illustratifs, transport moléculaire

Méthodes :

Cours magistraux, apprentissage en laboratoire : apprentissage de méthodes expérimentales (synthèse de matériaux et de nanostructures, diverses caractérisations, montage d'un dispositif expérimental, mesure de propriétés de transport) et d'analyse des résultats obtenus.

Autres informations (Pré-requis, Evaluation, Support, ...)

MAPR 1492 Physique des Matériaux

MAPR 1491 Compléments de Physique

MAPR 1805 Introduction à la Science des Matériaux

Autres crédits de l'activité dans les programmes

MATR22	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en science des matériaux	(5 crédits)
MATR23	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en science des matériaux	(5 crédits)