

# Physique du solide : électrons et semi-conducteurs



## En bref

- Langue(s) d'enseignement: Français
- Ouvert aux étudiants en échange: Oui

## Présentation

### Description

Etats électroniques dans les solides. Structure de bande d'énergie. Méthodes de calcul de la structure de bandes d'énergie. Modèle de Kroning-Penney. Niveaux d'impuretés, états de surface. Niveau Fermi. Calculs des concentrations de porteurs de charge, les notions de mobilité des porteurs, masse effective, états localisés, temps de relaxation. Phénomènes de transport dans les matériaux semi-conducteurs. Coefficients de transport. Hétérostructures. Effets quantiques dans les hétérostructures. Puits de potentiels 1D, 2D et 3D. Interaction photon – électron. Transitions électroniques. Absorption. Génération et recombinaison des porteurs de charge. Etudes expérimentales de structure de bande par méthodes optiques. Nanotechnologies. Procédés de fabrication des dispositifs semi-conducteurs.

### Objectifs

Connaître les notions de défauts et impuretés dans un matériau semi-conducteur cristallin. Savoir expliquer la formation des bandes d'énergie dans un semi-conducteur. Ecrire l'équation de Schrödinger dans l'approximation adiabatique, l'approximation uni-électronique, l'approximation des électrons libres, l'approximation des électrons faiblement liés, l'approximation des électrons fortement liés, le modèle de Kroning-Penney. Connaître la classification des solides (isolants, semi-conducteurs, métaux) selon l'occupation des bandes d'énergie. Savoir exprimer le Hamiltonien et l'expression de l'énergie dans les différentes approximations. Comprendre la formation des niveaux d'impureté dans les semi-conducteurs dopé n et p. Comprendre le positionnement du niveau Fermi, la formation des jonctions et des hétérojonctions. Savoir expliquer la courbure des bandes d'énergie. Savoir résoudre l'équation de Schrödinger à une dimension pour un puit de potentiel rectangulaire et triangulaire. Comprendre le fonctionnement d'un transistor de type FET. Savoir calculer la position du niveau Fermi et du potentiel chimique dans différentes situations et ou approximations. Savoir déduire l'expression de la densité de courant. Savoir calculer

différents coefficients de transport tels que la conductivité électrique, le coefficient Hall, le coefficient Seebeck. Comprendre l'interaction photon électron dans un semi-conducteur.

Les matières qui complètent cette matière sont:

« Cristallographie et applications »

## Heures d'enseignement

CM	Cours magistral	9,33h
TD	Travaux dirigés	9,33h
TP	Travaux pratique	9h

## Pré-requis obligatoires

Niveau avancé en mathématiques (algèbre et analyse). Savoir résoudre des intégrales complexes. Connaitre la signification de l'équation de Schrödinger et sa résolution pour un puit de potentiel 1D.

## Bibliographie

1. N. W. Ascroft, N.D.Mermin, Physique des solides, 2002
2. Henry Mathieu, Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques, 1997
3. M.Brousseau, Physique du solide - propriétés électroniques, 1992
4. C. Kittel, Physique de l'état solide, 1998
5. L.L. Kazmerski Polycrystalline and Amorphous Thin Films and devices, 1980.
6. C. Hamann, H. Burghardt, T. Frauenheim, Electrical conduction mechanism in solids, 1988
7. S. Mittura, Nanotechnology in Materials Science, Elsevier 2000

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

➤ Angers

### Campus

➤ Campus Belle-beille