

## Description du module

# Physique des matériaux et des dispositifs électroniques

**Généralités****Nombres de crédits ECTS**

3

**Sigle du module**

FTP\_Physics

**Version**

2.12.2016

**Responsable du module**

Thomas Graf, HSLU

**Langue**

	Lausanne	Berne	Zurich
Enseignement	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> D <input checked="" type="checkbox"/> E
Documentation	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> D <input checked="" type="checkbox"/> E
Questions d'examen	<input checked="" type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> D <input checked="" type="checkbox"/> E

**Catégorie du module**

- Bases théoriques élargies
- Approfondissement technique et scientifique
- Modules de savoirs contextuels

**Périodes**

- 2 périodes d'enseignement frontal et une période d'exercice par semaine

**Brève description /Explication des objectifs et du contenu du module en quelques phrases**

Les étudiants comprennent et savent appliquer les principes de base des composants électroniques et des dispositifs techniques importants, en faisant appel aux propriétés des matériaux et en appliquant des concepts microscopiques. Ces concepts comprennent les électrons et les trous dans les solides, les bandes d'énergie des métaux et semi-conducteurs, le mécanisme de polarisation dans les matériaux piézoélectriques et diélectriques, les dipôles élémentaires dans la matière magnétique et l'accouplage des électrons dans les supraconducteurs (paires de Cooper). Ces concepts permettront de discuter des applications actuelles, notamment les thermocouples, les cellules solaires photovoltaïques, les diodes lumineuses (LED), les actionneurs piézo-électriques, les capteurs et les systèmes de stockage de données magnétiques. Le module permettra aux étudiant-e-s de comprendre des concepts modernes dans le domaine des technologies innovatrices et de les utiliser à l'avenir.

**Objectifs, contenu et méthodes****Objectifs d'apprentissage et compétences visées**

Les étudiants-e-s

- comprennent la conductivité thermique et électrique dans les solides sur la base de la description cinétique des particules
- savent mettre en relation la conductivité thermique et électrique par le biais des modèles microscopiques
- sont capables d'expliquer les principes des thermocouples et des diodes en utilisant les notions de bandes d'énergie, énergie de Fermi et potentiel de contact
- savent expliquer l'origine physique et la réalisation technique de la résolution nanométrique des microscopes à balayage de surface (microscope à force atomique et microscope à effet tunnel)
- connaissent la classification des matériaux magnétiques et des exemples de leurs applications techniques
- comprennent la différence entre l'effet Meissner d'un supraconducteur et le comportement de la matière parfaitement diamagnétique
- sont capables de résoudre des problèmes quantitatifs exemplaires en relation avec toute la matière du module

**Contenu du module avec pondération des contenus d'enseignement**

Sont étudiés des concepts élémentaires concernant les propriétés des matériaux, en mettant l'accent sur les applications. Le module se divise en quatre parties:

1. Concept de la conductivité thermique et électrique dans les solides
  - Fluctuation thermique, bruit et activation thermique (diagrammes d'Arrhenius)
  - Conductivité thermique (loi de Wiedemann-Franz)
  - Conductivité électrique (modèle de Drude, vitesse de dérive, temps de relaxation)
  - Dépendance de la température de la résistivité des métaux parfaits
2. Concept des bandes énergétiques dans les semi-conducteurs, métaux et isolants
  - Electrons et trous, masse effective de l'électron
  - Dopage: type n, type p
  - Ensembles de particules, statistique de Fermi-Dirac
  - Contacts: jonction idéale p-n (diode), contact entre métaux purs, thermocouples
  - Dispositifs techniques: cellule solaire photovoltaïque, diode luminescente (LED), laser semi-conducteur
3. Matériaux piézoélectriques et diélectriques
  - Mécanismes de polarisation
  - Piézoélectricité, actuators et capteurs, microscope à effet tunnel et microscope à force atomique (STM/AFM)
  - Constante diélectrique et sa dépendance de la fréquence
  - Indice de réfraction et dispersion
  - Absorption de lumière
4. Propriétés magnétiques et supraconductivité
  - Magnétisation et perméabilité magnétique
  - Classification des matériaux magnétiques: diamagnétiques, paramagnétiques, ferromagnétiques, antiferromagnétiques, ferrimagnétiques
  - Domaines magnétiques et stockage de données par voie magnétique
  - Supraconductivité: résistance zéro et densité de courant critique, applications des champs magnétiques importants
  - Mesure du champ magnétique: effet de Hall, quantification du flux magnétique et SQUID (Superconducting Quantum Interference Device)

**Méthodes d'enseignement et d'apprentissage**

- Enseignement direct: présentation et discussion des concepts fondamentaux
- Exercices: résolution quantitative de problèmes et analyse des concepts physiques des dispositifs d'application technologique
- Etudes autonomes en utilisant un livre défini

**Connaissances et compétences prérequis**

Bases de la physique classique et des mathématiques (niveau bachelor)

**Bibliographie**

Principles of Electronic Materials and Devices, Safa O. Kasap, McGraw Hill

**Mode d'évaluation****Conditions d'admission aux examens de fin de module (tests exigés)**

Définis par les professeurs, p.ex. un certain nombre d'exercices résolus

**Examen écrit de fin de module**

Durée de l'examen: 120 minutes

Moyens autorisés: Défini par les professeur-e-s, p.ex. notes manuscrites des leçons et un livre à définir.