

Description du module

Physique des matériaux et des dispositifs électroniques

Généralités**Nombres de crédits ECTS**

3

Sigle du module

FTP_Physics

Responsable du module

Thomas Graf, Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Technikumstrasse 21, 6048 Horw

Langue**Explications concernant les langues définies par site:**

- L'enseignement se déroule dans la langue définie ci-dessous selon le site/ la réalisation.
- La documentation est disponible dans les langues définies ci-dessous. En présence de plusieurs langues, un pourcentage par langue est indiqué (100% = documentation complète)
- L'examen est entièrement (100 %) disponible dans la langue cochée selon le site / la réalisation.

	Berne	Lausanne		Lugano	Zurich	
Enseignement	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> F 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> D 100%
Documentation	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> E 70-80%	<input checked="" type="checkbox"/> F 20-30%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E % <input type="checkbox"/> D %
Examen	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> F 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> E 100% <input type="checkbox"/> D 100%

Catégorie du module

- FTP Bases théoriques élargies
- TSM Approfondissement technique et scientifique
- CM Modules de saviors contextuels

Périodes

2 périodes d'enseignement frontal et 1 période d'exercice par semaine

Conditions préalables**Connaissances et compétences prérequis**

Les étudiants-e-s connaissent les bases de la physique. Notamment les concepts comme l'énergie, la force, l'énergie thermique $k_B \cdot T$, la chaleur spécifique, les oscillations, la fréquence de résonance, les ondes, les vecteurs du champ électromagnétique: \vec{E} , \vec{D} , \vec{B} and \vec{H} , la capacité électrique C , la constante diélectrique ϵ_r et le model de Bohr des atomes sont obligatoires. De plus, des simples équations différentielles et les nombres complexes, en particulier $e^{-i\omega t}$ sont aussi nécessaires.

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

Les étudiants-e-s 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 luminescentes (LED), les actuateurs 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

- connaissent les principes de base de la cristallographie, les réseaux de Bravais ainsi que les différents défaut au sein des cristaux.
- comprennent la conductivité thermique et électrique dans les solides sur la base de la description cinétique des particules
- connaissent les principes de base de la mécanique quantique et savent appliquer l'équation de Schrödinger
- savent mettre en relation la conductivité thermique et électrique par le biais des modèles microscopiques

- sont capables d'expliquer les principes des thermocouples, des diodes et des Lasers en utilisant les notions de bandes d'énergie, énergie de Fermi, potentiel de contact et l'émission stimulée.
- 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 cinq parties avec une pondération équivalente:

1. Cristallographie et mécanique quantique
 - Principes de base de la cristallographie, réseaux de Bravais
 - Défauts dans les cristaux
 - Principes de base de la mécanique quantique, effet photoélectrique et Compton
 - Application de l'équation de Schrödinger
2. 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
3. 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
4. Matériaux piézoélectriques et diélectriques
 - Mécanismes de polarisation
 - Piézoélectricité, actionneurs 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
5. 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

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

Principe pour les examens:

**Tous les examens de fin de module réguliers sont organisés sous la forme écrite.
Les examens de rattrapage peuvent être en forme écrite ou en forme oral.**

Examen de fin de module régulier et examen de rattrapage écrit

Type d'examen	Ecrit
Durée de l'examen	120 minutes
Moyens autorisés	<input type="checkbox"/> Pas de moyen auxiliaire <input checked="" type="checkbox"/> Moyens autorisés: <ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Calculatrice<input checked="" type="checkbox"/> Papier à écrire<input checked="" type="checkbox"/> Crayon, stylo, ...<input checked="" type="checkbox"/> Strictement PAS autorisés sont:<ul style="list-style-type: none">● Tout autre document, notices ou supports de cours tel que des slides, photocopiés, exercices, corrigés,...● Ordinateurs ou appareils de télécommunication

Exception: examen de rattrapage oral

Dans le cas du recours à l'examen oral (uniquement si ≤ 4 étudiants concernés), il prévaut:

Type d'examen	oral
Durée de l'examen	30 minutes
Moyens autorisés	Pas de moyen auxiliaire