

---

**Modulbezeichnung:** **Advanced theoretical physics: Solid state physics (TV-B)** **10 ECTS**  
 (Advanced theoretical physics: Solid state physics)

Modulverantwortliche/r: Martin Eckstein

Lehrende: Dozenten der theoretischen Physik, Martin Eckstein

---

Startsemester: SS 2020

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 105 Std.

Eigenstudium: 195 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Advanced theoretical physics: Solid state physics (SS 2020, Vorlesung, 4 SWS, Martin Eckstein)

Advanced theoretical physics: Solid state physics (Exercise class) (SS 2020, Übung, 3 SWS, Martin Eckstein et al.)

---

**Inhalt:**

**Contents:**

• **Structure of solids**

Bravais lattices, reciprocal lattice, Brillouin zone

• **The solid as a many-body problem**

Hamiltonian of a solid, electron-electron interaction, electron-ion interaction, separation of electronic and ionic motion (Born-Oppenheimer approximation), types of bonding

• **Lattice dynamics: Phonons**

Harmonic approximation, classical solution, dispersion relation, acoustic and optical modes, Debye and Einstein model, quantum theory of lattice vibrations, phonons, density of states, van Hove singularities, thermal properties, anharmonic effects

• **Electrons in a periodic potential**

Bloch theorem, band structure, nearly free electrons, tight-binding method, Wannier functions, metals, insulators, semiconductors, density of states, Fermi surface, quantum statistics, thermal properties, Fermi distribution

• **Electron-electron interaction**

Hartree-Fock method, density functional theory, homogeneous electron gas

• **Topics of current research**

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Learning goals and competences:**

Students

- comprehend, outline and explain the theory of structure and many-body properties of solids, phonons, electrons in a periodic potential and their interaction as well as transport theory
- apply the methods of advanced theoretical solid-state physics to specific problems

**Literatur:**

**Literature:**

- U. Rössler, Solid State Theory: An Introduction
  - G. Czycholl, Theoretische Festkörperphysik
  - N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid State Physics
  - L. Kantorovich, Quantum Theory of the Solid State: An Introduction
  - C. Kittel, Quantum Theory of Solids
  - J.M. Ziman, Principles of the theory of solids
- 

**Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Materials Physics (Master of Science): ab 1. Semester**

(Po-Vers. 2015s | NatFak | Materials Physics (Master of Science) | Gesamtkonto | Theoretical physics: Solid state physics)

[2] **Physics (Master of Science): ab 1. Semester**

(Po-Vers. 2015s | NatFak | Physics (Master of Science) | Gesamtkonto | Advanced theoretical physics)

### [3] Physics (Master of Science)

(Po-Vers. 2018w | NatFak | Physics (Master of Science) | Gesamtkonto | Advanced theoretical physics)

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Advanced theoretical physics 2: Solid state physics (Prüfungsnummer: 69611)

(englische Bezeichnung: Advanced theoretical physics 2: Solid state physics)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [2], [3])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Martin Eckstein

Theoretical physics: solid state physics (Prüfungsnummer: 70211)

(englische Bezeichnung: Theoretical physics: solid state physics)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [1])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: SS 2020, 1. Wdh.: SS 2020 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Martin Eckstein

---

#### Bemerkungen:

May be applied to specialisation 'Theoretical physics' or 'Condensed matter physics' in the physics master program starting winter term 2018/19.