



**Universität Stuttgart**

**Modulhandbuch**  
**Studiengang Master of Science Physik**  
**Prüfungsordnung: 2011**

Wintersemester 2014/15  
Stand: 30. September 2014

Universität Stuttgart  
Keplerstr. 7  
70174 Stuttgart

---

## Kontaktpersonen:

---

|                                 |                                                                                                                                           |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Studiendekan/in:                | Apl. Prof. Wolfgang Bolse<br>Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen<br>Tel.:<br>E-Mail: w.bolse@ihfg.uni-stuttgart.de |
| Studiengangsmanager/in:         | PD Johannes Roth<br>Mathematik und Physik<br>Tel.:<br>E-Mail: johannes.roth@itap.uni-stuttgart.de                                         |
| Prüfungsausschussvorsitzende/r: | Univ.-Prof. Clemens Bechinger<br>2. Physikalisches Institut<br>Tel.:<br>E-Mail: clemens.bechinger@physik.uni-stuttgart.de                 |
| Fachstudienberater/in:          | Apl. Prof. Wolfgang Bolse<br>Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen<br>Tel.:<br>E-Mail: w.bolse@ihfg.uni-stuttgart.de |

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Qualifikationsziele .....</b>                                                    | <b>5</b>  |
| <b>19 Auflagenmodule des Masters .....</b>                                          | <b>6</b>  |
| <b>100 Pflichtmodule .....</b>                                                      | <b>7</b>  |
| 28320 Fachliche Spezialisierung .....                                               | 8         |
| 41490 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik .....                          | 9         |
| 41500 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie .....                                    | 11        |
| 41530 Fortgeschrittenen-Praktikum .....                                             | 12        |
| 31610 Hauptseminar in Experimentalphysik .....                                      | 14        |
| 31620 Hauptseminar in Theoretischer Physik .....                                    | 15        |
| 80560 Masterarbeit Physik .....                                                     | 16        |
| 28330 Methodenkenntnis und Projektplanung .....                                     | 17        |
| <b>210 Wahlpflichtmodul Schwerpunkt .....</b>                                       | <b>18</b> |
| 214 Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik) .....       | 19        |
| 28340 Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory (Area of Specialization) ..... | 20        |
| 41410 Stochastic Dynamics I + II (Schwerpunkt) .....                                | 22        |
| 218 Computerphysik .....                                                            | 24        |
| 28410 Fortgeschrittene Simulationsmethoden (Schwerpunkt) .....                      | 25        |
| 211 Festkörperphysik .....                                                          | 28        |
| 41340 Magnetism (Area of Specialization) .....                                      | 29        |
| 41310 Semiconductor Physics (Area of Specialization) .....                          | 31        |
| 41360 Solid state spectroscopy (Schwerpunkt) .....                                  | 34        |
| 28380 Superconductivity (Area of Specialization) .....                              | 36        |
| 219 Kontinuumsphysik .....                                                          | 38        |
| 28390 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik (Schwerpunkt) .....                         | 39        |
| 217 Nichtlineare Dynamik .....                                                      | 41        |
| 58020 Nichtlineare Dynamik (Schwerpunkt) .....                                      | 42        |
| 212 Optik .....                                                                     | 44        |
| 41320 Fortgeschrittene Atomphysik (Schwerpunkt) .....                               | 45        |
| 28900 Fortgeschrittene Optik (Schwerpunkt) .....                                    | 48        |
| 28360 Licht und Materie (Schwerpunkt) .....                                         | 51        |
| 215 Simulation Methods in Physics .....                                             | 53        |
| 51960 Simulation Methods in Physics (Major) .....                                   | 54        |
| 213 Weiche Materie und Biophysik MSc .....                                          | 56        |
| 28600 Physics of Soft and Biological Matter (Area of Specialization) .....          | 57        |
| 41390 Physik der Flüssigkeiten (Schwerpunkt) .....                                  | 59        |
| <b>220 Wahlpflichtmodul Ergänzung .....</b>                                         | <b>61</b> |
| 56160 Advanced Simulation Methods .....                                             | 62        |
| 36020 Fortgeschrittene Atomphysik .....                                             | 64        |
| 45080 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik .....                                       | 67        |
| 28910 Fortgeschrittene Optik .....                                                  | 69        |
| 41370 Licht und Materie .....                                                       | 71        |
| 41350 Magnetism .....                                                               | 73        |
| 50570 Nichtlineare Dynamik .....                                                    | 75        |
| 41440 Nukleare Methoden der Festkörperforschung .....                               | 77        |
| 41380 Physics of Soft and Biological Matter .....                                   | 79        |
| 28610 Physik der Flüssigkeiten .....                                                | 81        |
| 28640 Physik der Kerne und Teilchen .....                                           | 83        |



---

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| 28630 Plasma Physics .....                                  | 85         |
| 28650 Relativitätstheorie .....                             | 87         |
| 37290 Semiconductor Physics .....                           | 89         |
| 36010 Simulation Methods in Physics .....                   | 92         |
| 31410 Solid State Spectroscopy .....                        | 94         |
| 41400 Spontaneous Symmetry Breaking and Field -theory ..... | 96         |
| 28620 Stochastic Dynamics I + II .....                      | 98         |
| 41330 Superconductivity .....                               | 100        |
| <b>80560 Masterarbeit Physik .....</b>                      | <b>102</b> |

## Qualifikationsziele

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudienganges "Physik" (MSc Physik)

- haben ihre mathematisch-naturwissenschaftlichen Kenntnisse vertieft, den Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge sowie solche mit den Nachbardisziplinen erweitert und sich in ein Spezialgebiet der Physik so eingearbeitet haben, dass sie Anschluss an die aktuelle internationale Forschung finden können.
- haben ihr Wissen beispielhaft auch an komplexen physikalischen Problemen und Aufgabenstellungen eingesetzt und können diese auf einer wissenschaftlichen Basis analysieren, formulieren und weitgehend lösen.
- sind in der Lage, zur Lösung komplexer physikalischer Probleme Experimente zu planen, aufzubauen, durchzuführen und die Ergebnisse zu interpretieren (Schwerpunkt Experimentalphysik) oder Simulation und Modellierung auf der Basis physikalischer Grundprinzipien einzusetzen (Schwerpunkt theoretische Physik).
- haben in ihrem Studium soziale Kompetenzen erworben. Diese überfachlichen Kompetenzen werden weitgehend integriert in den Fachlehrveranstaltungen sowie vor allem in der Forschungsphase erworben.
- haben in der einjährigen Forschungsphase die Fähigkeit erworben, sich in ein beliebiges technischphysikalisches Spezialgebiet einzuarbeiten, die aktuelle internationale Fachliteratur hierzu zu recherchieren und zu verstehen, Experimente oder theoretische Methoden auf dem Gebiet zu konzipieren und durchzuführen, die Ergebnisse im Lichte der verschiedensten physikalischen Phänomene einzuordnen und Schlussfolgerungen für technische Entwicklungen und den Fortschritt der Wissenschaft daraus zu ziehen.
- besitzen nach der Forschungsphase das notwendige Durchhaltevermögen, um in Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit Fehlschlägen, unerwarteten Schwierigkeiten und Verzögerungen umzugehen und gegebenenfalls mit modifizierter Strategie dennoch zum Ziel zu kommen.
- sind befähigt, auch fernab des im Masterstudium vertieften Spezialgebietes beruflich tätig zu werden und dabei ihr physikalisches Grundwissen zusammen mit den erlernten wissenschaftlichen Methoden und Problemlösungsstrategien einzusetzen.
- sind in der Lage, komplexe physikalische Sachverhalte und eigene Forschungsergebnisse im Kontext der aktuellen internationalen Forschung umfassend zu diskutieren und in schriftlicher (Masterarbeit) und mündlicher Form (Vortrag mit freier Diskussion) darzustellen.
- sind sich ihrer Verantwortung gegenüber der Wissenschaft und möglicher Folgen ihrer Tätigkeit für Umwelt und Gesellschaft bewusst und handeln gemäß den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis.

## 19 Auflagenmodule des Masters

---

---

---

## 100 Pflichtmodule

---

|                     |       |                                                |
|---------------------|-------|------------------------------------------------|
| Zugeordnete Module: | 28320 | Fachliche Spezialisierung                      |
|                     | 28330 | Methodenkenntnis und Projektplanung            |
|                     | 31610 | Hauptseminar in Experimentalphysik             |
|                     | 31620 | Hauptseminar in Theoretischer Physik           |
|                     | 41490 | Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik |
|                     | 41500 | Fortgeschrittene Vielteilchentheorie           |
|                     | 41530 | Fortgeschrittenen-Praktikum                    |
|                     | 80560 | Masterarbeit Physik                            |

---

## Modul: 28320 Fachliche Spezialisierung

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081200003                                                                                                                                                                                                                                                              | 5. Moduldauer: | 2 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 15.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 10.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7. Sprache:    | Deutsch        |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Clemens Bechinger                                                                                                                                                                                                                                          |                |                |
| 9. Dozenten:                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 3. Semester<br>→ Pflichtmodule<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 3. Semester<br>→ Pflichtmodule                                         |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Vorlesungen, Praktika und Seminare im MSc Physik</li> </ul>                                                                                                                                                              |                |                |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Studierende ist in der Lage, eine aktuelle wissenschaftliche Problemstellung zu formulieren und sich in die mit der Lösung verbundenen spezifischen experimentellen oder theoretischen Methoden einzuarbeiten.</li> </ul> |                |                |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition der wissenschaftlichen Problemstellung</li> <li>• Einarbeitung in die erforderlichen theoretischen bzw. experimentellen Methoden</li> <li>• Arbeiten mit wissenschaftlicher Fachliteratur</li> </ul>               |                |                |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Fachliteratur zum Thema der wissenschaftlichen Problemstellung</li> </ul>                                                                                                                                            |                |                |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Selbststudium: 450h                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 28321 Fachliche Spezialisierung (LBP), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0, Vorstellung der Problemstellung lehrveranstaltungsbegleitende Prüfung, Art und Umfang der LBP wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.                  |                |                |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |



## Modul: 41490 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081700401                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Peter Michler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jörg Wrachtrup                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Pflichtmodule                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BA Physik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Die Studierenden sollen ein gründliches Verständnis der Struktur der Materie bis zur atomaren Skala erwerben.</li> <li>* Kenntnis der grundlegenden Konzepte der Molekül- und Festkörperphysik, Verständnis der Molekül- und Materialeigenschaften, Grundlagen der Materialwissenschaften.</li> <li>* Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</li> </ul>                                                                                                  |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Vorlesung und Übung Molekülphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkung von Molekülen mit Licht</li> <li>• Moderne Methoden der Molekülspektroskopie</li> <li>• Kern- und Elektronenspinresonanz</li> </ul> Vorlesung und Übung Festkörperphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiter</li> <li>• Supraleiter</li> <li>• Dia- und Paramagnetismus</li> <li>• Ferro- und Antiferromagnetismus</li> <li>• Optische Prozesse und Exzitonen</li> <li>• Dielektrische und ferroelektrische Festkörper</li> <li>• Nanostrukturen</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Molekülphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haken Wolf, Molekülphysik und Quantenchemie, Springer</li> <li>• Atkins, Friedmann, Molecular Quantum Mechanics, Oxford</li> </ul> Festkörperphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kittel, „Einführung in die Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> <li>• Ibach/Lüth, „Festkörperphysik, Einführung in die Grundlagen“, Springer-Verlag</li> <li>• Ashcroft/Mermin: „Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> <li>• Hunklinger, „Festkörperphysik“, Oldenbourg-Verlag</li> </ul>                |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 414901 Vorlesung Molekül- und Festkörperphysik</li> <li>• 414902 Übung Molekül- und Festkörperphysik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |



---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) \* 14 Wochen = 42h

Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 70h

**Gesamt: 280h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 41491 Fortgeschrittene Molekül- und Festkörperphysik (PL),  
schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 41500 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082000402                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Udo Seifert                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Alejandro Muramatsu                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Pflichtmodule                                                                                                                                 |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Quantenmechanik u. Elektrodynamik aus dem Bachelor-Studiengang                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Vorlesung und Übung:<br><br>* Erwerb eines gründlichen Verständnisses der fundamentalen Konzepte und Anwendungen der fortgeschrittenen Quantenmechanik.<br><br>* Befähigung zur mathematischen Behandlung und Lösung von Aufgaben der fortgeschrittenen Quantenmechanik.                                                        |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | 1) Zeitabhängige Störungstheorie<br>2) Relativistische Quantenmechanik<br>3) Zweite Quantisierung. Quantenfeldtheorie<br>4) Das Fermigas und die Fermi-Flüssigkeit<br>5) Bose-Einstein-Kondensation. Suprafluidität                                                                                                             |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | wird in der Vorlesung bekannt gegeben                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | • 415001 Vorlesung Fortgeschrittene Vielteilchentheorie<br>• 415002 Übung Fortgeschrittene Vielteilchentheorie                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <b><u>Vorlesung:</u></b><br>Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) * 14 Wochen = 42h<br>Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h<br><b><u>Übungen:</u></b><br>Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h<br>Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h<br>Prüfung inkl. Vorbereitung = 70h<br><b>Gesamt: 280h</b> |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | • 41501 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie (PL), schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1.0<br>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich,                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  | Institut für Theoretische Physik III                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |

## Modul: 41530 Fortgeschrittenen-Praktikum

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |              |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081000403                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5. Moduldauer: | 2 Semester   |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 15.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6. Turnus:     | unregelmäßig |
| 4. SWS:                                             | 8.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7. Sprache:    | -            |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Bruno Gompf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |              |
| 9. Dozenten:                                        | Bruno Gompf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |              |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Pflichtmodule                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |              |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc Physik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |              |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis moderner Mess- und Auswertungsmethoden und deren Anwendung im wissenschaftlichen Laborbetrieb.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen ein kompliziertes physikalisches Experiment, und zwar einschließlich theoretischer Vorbereitung, erfolgreicher Durchführung sowie Auswertung der gewonnenen Daten und deren Präsentation.</li> <li>• Sie beherrschen die gängigen Präsentationstechniken Poster, verbaler Vortrag und schriftliche wissenschaftliche Arbeit.</li> </ul> |                |              |
| 13. Inhalt:                                         | Auswahl aus ca. 20 grundlegenden, aber komplexeren Experimenten aus folgenden Bereichen der Physik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festkörperphysik</li> <li>• Magnetische Resonanzphänomene</li> <li>• Plasmaphysik</li> <li>• Optik</li> <li>• Quantenphysik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |              |
| 14. Literatur:                                      | Anleitungstexte zu den einzelnen Versuchen und die darin aufgeführte Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |              |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 415301 Physikpraktikum</li> <li>• 415302 Seminar Fortgeschrittenen-Praktikum</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |              |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzstunden: 20 Versuchstage pro 7h = 140 h<br>Präsenzzeit Seminar: 1,5 h pro Versuch = 30 h<br>Vor- und Nachbereitung: 14 h pro Versuch = 280 h<br><br>Gesamt: 450 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |              |

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 41531 Fortgeschrittenen-Praktikum (USL), schriftlich und mündlich, Gewichtung: 1.0
  - 41532 Fortgeschrittenen-Praktikum: 9 Versuche + Präsentation und Abschlusskolloquium (USL), schriftlich und mündlich, Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

## Modul: 31610 Hauptseminar in Experimentalphysik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081300011                                                                                                                                                                                       | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                          | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                             | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Jörg Wrachtrup                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Clemens Bechinger                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Pflichtmodule |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundlagen der Experimentalphysik I-IV, Molekül- und Festkörperphysik aus dem Bachelorstudiengang                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Selbständiges Erarbeiten eines aktuellen wissenschaftlichen Themas der Experimentalphysik mit anschließender Präsentation                                                                       |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Wechselnde aktuelle Forschungsthemen der Experimentalphysik                                                                                                                                     |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Aktuelle Publikationen und Lehrbücher zum jeweiligen Thema (werden zu Beginn des Hauptseminars bekannt gegeben)                                                                                 |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 316101 Hauptseminar in Experimentalphysik                                                                                                                                                       |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzstunden: 2 SWS                                                                                                                                                                           |                | 28 h                    |
|                                                     | Vor- und Nachbereitung: 1,5 h pro Präsenzstunde                                                                                                                                                 |                | 42 h                    |
|                                                     | Vorbereitung des Hauptseminarvortrags                                                                                                                                                           |                | 20 h                    |
|                                                     | <b>Gesamt</b>                                                                                                                                                                                   |                | <b>90 h</b>             |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 31611 Hauptseminar in Experimentalphysik (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                  |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                 |                |                         |

## Modul: 31620 Hauptseminar in Theoretischer Physik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081900010                                                                                                                                                                                       | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 3.0 LP                                                                                                                                                                                          | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 2.0                                                                                                                                                                                             | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Günter Wunner                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Axel Arnold</li> <li>• Christian Holm</li> <li>• Alejandro Muramatsu</li> <li>• Udo Seifert</li> </ul>                                                 |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Pflichtmodule |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Quantenmechanik u. Elektrodynamik aus dem Bachelor-Studiengang Fortgeschrittene Vielteilchentheorie                                                                                             |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden sind in der Lage, ein aktuelles wissenschaftliches Thema der theoretischen Physik sich zu erarbeiten und Dritten zu präsentieren.                                              |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Wechselnde aktuelle Forschungsthemen der theoretischen Physik.                                                                                                                                  |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Literatur wird in einer Vorbesprechung zur Veranstaltung bekannt gegeben.                                                                                                                       |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | 316201 Hauptseminar in Theoretischer Physik                                                                                                                                                     |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzstunden: 2 SWS, entsprechend 28 h<br>Vor- und Nachbereitung: 1,5 h pro Präsenzstunde 42 h<br>Vorbereitung des Hauptseminarvortrags 20 h<br>90 h                                          |                |                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 31621 Hauptseminar in Theoretischer Physik (BSL), Sonstiges, 60 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                           |                |                         |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 19. Medienform:                                     | Folien- oder Tafelvortrag                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                 |                |                         |

## Modul: 80560 Masterarbeit Physik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081200002                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 2 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 30.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 0.0                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Deutsch        |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Clemens Bechinger                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| 9. Dozenten:                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Physik, PO 2010, 3. Semester<br>→ Pflichtmodule<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 3. Semester<br>→ Pflichtmodule                                                                                                                                                                                 |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Das Thema der Masterarbeit kann frühestens nach Erwerb von 60 Leistungspunkten ausgegeben werden.                                                                                                                                                                                              |                |                |
| 12. Lernziele:                                      | Die Masterarbeit ist Bestandteil der wissenschaftlichen Ausbildung und stellt die Abschlussarbeit dar. In der Thesis weist der Studierende nach, dass er in dem vorgesehenen Zeitraum von 12 Monaten eine klar definierte Aufgabe ziel- und ergebnisorientiert eigenständig bearbeitet.        |                |                |
| 13. Inhalt:                                         | Das Thema der Masterarbeit wird zu einem aktuellen Forschungsgebiet der Physik gestellt. Die Aufgabenstellung wird so gewählt, dass sie eigenständige Forschung ermöglicht. Die Ergebnisse der Arbeit werden in einem mind. 30-minütigen Kolloquium mit anschließender Diskussion präsentiert. |                |                |
| 14. Literatur:                                      | Entsprechend dem Thema der Thesis                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Gesamt: 900 h                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 3999 Masterarbeit (PL), schriftliche Prüfung, Gewichtung: 30.0                                                                                                                                                                                                                                 |                |                |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |



## Modul: 28330 Methodenkenntnis und Projektplanung

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081200004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5. Moduldauer: | 2 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 15.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 10.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7. Sprache:    | Deutsch        |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Clemens Bechinger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                |
| 9. Dozenten:                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 3. Semester<br>→ Pflichtmodule<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 3. Semester<br>→ Pflichtmodule                                                                                                                                                                    |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc Physik, Alle Vorlesungen, Praktika und Seminare im MSc Physik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Studierende ist in der Lage, einen Projektplan zur Bearbeitung einer aktuellen wissenschaftlichen Problemstellung zu erstellen, diesen vorzustellen und ihn in der Diskussion zu verteidigen.</li> <li>• Er verfügt über Medienkompetenz im Bereich der Informationsbeschaffung, der Umsetzung von Fachwissen und des Projektmanagements.</li> </ul> |                |                |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden des Projektmanagements</li> <li>• Arbeiten mit wissenschaftlichen Fachliteratur</li> <li>• Erstellung, Vorstellung und Diskussion des Projektplans</li> </ul>                                                                                                                                                                                   |                |                |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Fachliteratur zum Thema der wissenschaftlichen Problemstellung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Selbststudium, Diskussion und Präsentation: 450h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | 28331 Methodenkenntnis und Projektplanung (LBP), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0, lehrveranstaltungsbegleitende Prüfung, Art und Umfang der LBP wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben                                                                                                                                                                    |                |                |
| 18. Grundlage für ... :                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                |
| 19. Medienform:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                |
| 20. Angeboten von:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                |

---

## 210 Wahlpflichtmodul Schwerpunkt

---

|                     |     |                                                                     |
|---------------------|-----|---------------------------------------------------------------------|
| Zugeordnete Module: | 211 | Festkörperphysik                                                    |
|                     | 212 | Optik                                                               |
|                     | 213 | Weiche Materie und Biophysik MSc                                    |
|                     | 214 | Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik) |
|                     | 215 | Simulation Methods in Physics                                       |
|                     | 217 | Nichtlineare Dynamik                                                |
|                     | 218 | Computerphysik                                                      |
|                     | 219 | Kontinuumsphysik                                                    |

---

---

## 214 Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)

---

Zugeordnete Module:    28340 Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory (Area of Specialization)  
                              41410 Stochastic Dynamics I + II (Schwerpunkt)

---

## Modul: 28340 Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory (Area of Specialization)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082100519                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Alejandro Muramatsu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Alejandro Muramatsu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Theoretische Physik I bis IV, sowie Fortgeschrittene Vielteilchentheorie für die Vertiefungsveranstaltung im SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis feldtheoretischer Methoden der statistischen Physik sowie gemeinsamer methodischer Aspekte in der Theorie der Phasenübergänge und Hochenergiephysik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Vorlesung: Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Phenomenology of spontaneous symmetry breaking</li> <li>Landau theory of spontaneous symmetry breaking</li> <li>Mean-field theory</li> <li>Introduction to renormalization group theory</li> <li>Exact solution of the two dimensional Ising model</li> </ul> <p>Vorlesung: Spontaneous Symmetry Breaking and Field theory II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Field-theory, vertex functions, and symmetry breaking</li> <li>Continuous symmetries and Goldstone's theorem</li> <li>Mermin-Wagner theorem</li> <li>Loop expansion and renormalization</li> <li>Epsilon-expansion and the non-linear sigma model</li> </ul> <p>Vertiefungsveranstaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lattice gauge theory</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Amit: Field Theory, the Renormalization Group and Critical Phenomena</li> <li>Itzykson - Drouffe: Statistical field-theory</li> <li>Zinn-Justin: Quantum Field Theory and Critical Phenomena</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>283401 Lecture Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory I</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |

- 283402 Exercise Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory I
- 283403 Lecture Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory II
- 283404 Exercise Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory II
- 283405 Lecture of Specialization Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42h

Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h

**Vertiefungsveranstaltung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h

**Gesamt: 360h**

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28341 Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
- V Prerequisite (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Institut für Theoretische Physik III

## Modul: 41410 Stochastic Dynamics I + II (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082110520                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 8.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Hans Peter Büchler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Ania Maciolek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Advanced Statistical Physics (Fortgeschrittene Statistische Physik)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Theoretische Physik I - IV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Students master the basic concepts and techniques of stochastic dynamics for modelling processes in physics, chemistry and biology.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Review of probability theory and stochastic processes: random variables; analysis of stationary data.</li> <li>• Basic equations for stochastic processes: Markov processes, the Master Equation, the Fokker-Planck equation, the Langevin Equation</li> <li>• Detailed balance and stationary non-equilibrium states</li> <li>• Driven systems</li> <li>• Dynamics: temporal correlations, linear response and fluctuation-dissipation theorem</li> <li>• Non-equilibrium thermodynamics: entropy production, Jarzynski relations and fluctuations theorems</li> <li>• Master equation: examples and treatments, connection with the Monte Carlo simulation methods</li> <li>• Applications: evolutionary dynamics, chemical reactions, dynamic phase transitions in driven lattice gases</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Honerkamp: Stochastic Dynamical Systems: Concepts, Numerical Methods, Data Analysis", Wiley, 1994</li> <li>• van Kampen: "Stochastic processes in physics and chemistry", Elsevier, 1992</li> <li>• Gardiner: "Handbook of stochastic methods for physics, chemistry and the natural sciences", Springer, 2004</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 414101 Vorlesung Stochastic Dynamics I</li> <li>• 414102 Übung Stochastic Dynamics I</li> <li>• 414103 Vorlesung Stochastic Dynamics II</li> <li>• 414104 Übung Stochastic Dynamics II</li> <li>• 414105 Vertiefungsveranstaltung Stochastic Dynamics (mit Wahlmöglichkeit)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <b><u>Vorlesung:</u></b><br>Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h<br>Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21 h  
Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

**Vertiefungsveranstaltung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21 h  
Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 66 h

**Gesamt: 360 h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 41411 Stochastic Dynamics I + II (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

---

## 218 Computerphysik

---

Zugeordnete Module: 28410 Fortgeschrittene Simulationsmethoden (Schwerpunkt)

---



## Modul: 28410 Fortgeschrittene Simulationenmethoden (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082300521                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5. Moduldauer: | 2 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7. Sprache:    | Englisch       |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Christian Holm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christian Holm</li> <li>• Axel Arnold</li> <li>• Olaf Lenz</li> <li>• Ludger Harnau</li> <li>• Ania Maciolek</li> <li>• Maria Fyta</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Computerphysik</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Computerphysik</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamental Knowledge of theoretical and experimental physics, in particular Thermodynamics and Statistical Physics.</li> <li>• Unix basics</li> <li>• Basic Programming skills in C and Python</li> <li>• Basics of Numerical Mathematics</li> <li>• Fundamental Knowledge of different Simulation Methods, in particular Molecular Dynamics and Monte-Carlo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                |
| 12. Lernziele:                                      | <p>The goal is to obtain a deepened understanding of advanced numerical methods for simulating classical many-particle systems in soft matter research. Afterward, the participants shall be able to autonomously apply and implement these methods and to use simulation software. Fundamental knowledge of a field of application of simulation methods. The lab course also supports media- and methodological skills.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                |
| 13. Inhalt:                                         | <p><b>Block course "ESPresSo Summer School" (Winter Term; one week in October)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homepage (WS 2014/2015): <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/ESPresSo_Summer_School_WS_2014">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/ESPresSo_Summer_School_WS_2014</a></li> <li>• Learning how to apply the simulation software ESPResSo and its algorithms and methods.</li> </ul> <p><b>One Course (2 SWS) in an Application Field of Simulation Methods (from Theoretical Physics):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• e.g. the lecture "Physics of Soft and Biological Matter 1" (Prof. Dr. C. Holm, Prof. Dr. C. Bechinger), "Physics of Liquids" (PD Dr. Harnau) or "Stochastic Dynamics 1" (Dr. Marciolek).</li> <li>• This course may not be part of the corresponding second elective MSc module.</li> </ul> |                |                |

- To gain fundamental knowledge of a typical application field of many-particle simulation methods (e.g. soft matter physics, liquid physics, ...)

### „Simulation Methods in Practice“ (2 SWS Lab Course )

- Homepage (SS 2014): [http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/mediawiki/Simulation\\_Methods\\_in\\_Practice\\_SS\\_2014](http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/mediawiki/Simulation_Methods_in_Practice_SS_2014)
- The course can already be attended to during the BSc studies in parallel to the lecture "Simulation Methods in Physics II".
- Application and Implementation of advanced methods for many-particle simulations
- Methods for electrostatic and magnetostatic interactions (P3M, dipolar P3M, FMM, MMM\*D, ...)
- Methods for hydrodynamic interactions (Lattice-Boltzmann, DPD, ...)
- Applying various simulation software

### Winter or Summer Term:

### Additional Course "Advanced Simulation Methods" (2 SWS in Winter or Summer Term )

Homepage of the lecture (SS 2014): [http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Advanced\\_Simulation\\_Methods\\_SS\\_2014](http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Advanced_Simulation_Methods_SS_2014)

The contents depend on the actual course. Possible contents:

- Simulations on GPU
- Parallelization strategies for many-particle simulations
- Efficient methods for long-range interactions
- Rare event sampling
- Hybrid MD/MC methods
- Event-driven simulations
- Smooth Particle Dynamics

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Literatur:                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenkel, Smit, „Understanding Molecular Simulations“, Academic Press, San Diego, <b>2002</b>.</li> <li>• Allen, Tildesley, „Computer Simulation of Liquids“. <i>Oxford Science Publications</i> , Clarendon Press, Oxford, <b>1987</b> .</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 284101 Praktikum Simulationsmethoden in der Praxis</li> <li>• 284102 ESPResSo Tutorial</li> <li>• 284103 Vorlesung Anwendung von Simulationsmethoden (mit Wahlmöglichkeit)</li> <li>• 284104 Vertiefungsveranstaltung Fortgeschrittene Simulationsmethoden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Block course "ESPResSo Summer School":<br/>36h Attendance, 56h Home work</li> <li>• Course in an applied field:<br/>depends on the actual course, typical: 28h Attendance, 56h Home work</li> <li>• Lab course "Simulation Methods in Practice":<br/>28h Attendance, 72h Doing the exercises</li> <li>• Additional Course "Advanced Simulation Methods":<br/>depends on the actual course, typical: 28h Attendance, 56h Home work</li> </ul> <p><b>Total: 360h</b></p> |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 28411 Fortgeschrittene Simulationsmethoden (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 50% der Punkte bei den Versuchen in der Veranstaltung „Simulationsmethoden in der Praxis“.

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Institut für Computerphysik

---

---

## 211 Festkörperphysik

---

Zugeordnete Module:    28380 Superconductivity (Area of Specialization)  
                              41310 Semiconductor Physics (Area of Specialization)  
                              41340 Magnetism (Area of Specialization)  
                              41360 Solid state spectroscopy (Schwerpunkt)

---

## Modul: 41340 Magnetism (Area of Specialization)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081100513                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Eberhard Goering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Festkörperphysik<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Festkörperphysik<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Modull anerkannt 12 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse im Bereich des Magnetismus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | a. Einführung und Phänomenologie des Magnetismus<br>b. Atomarer Magnetismus und Bohrsches Magnetron<br>c. Magnetische Kopplung Austausch-W.W.<br>d. Heisenberg- und Ising- Modell<br>e. Magnetische Ordnung<br>f. Elementare Anregungen: Magnonen<br>g. Entmagnetisierungsfaktor und magnetokristalline Anisotropie<br>h. Hard- und weichmagnetische Systeme<br>i. Methoden zur Untersuchung des makroskopischen Magnetismus: SQUID, VSM, etc.<br>j. Magnetische Domänen und deren Modellierung<br>k. Methoden zur magnetischen Mikroskopie: MOKE, MTXM und Co.<br>l. Magnetismus dünner Schichten<br>m. „Exchange-Bias“ und dessen Anwendung<br>n. Spin abhängiger Transport: AMR, GMR, TMR und Co.<br>o. Spin-Elektronik: „MRAMS“, Spin-Ventile und Co.<br>p. „Spin-torque“<br>q. Methoden zur Untersuchung des mikroskopischen Magnetismus: XMCD, XRMR, Neutronenstreuung und Co.<br>r. Moderne Anwendungen des Magnetismus |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | 1) Ashcroft und Mermin: Solid State Physics, Harcourt Brace College Publishers<br>2) Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, Teubner<br>3) Nolting: Quantentheorie des Magnetismus, Teubner<br>4) Stöhr/Siegmann: Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer<br>5) Cullity/Graham: Introduction to Magnetic Materials, Wiley                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |

- 6) Wohlfarth: Ferromagnetic materials, North-Holland  
7) Blundell: Magnetism in Condensed Matter, Oxford Univ. Press

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 413401 Vorlesung Magnetismus I
- 413402 Übung Magnetismus I
- 413403 Vorlesung Magnetismus II
- 413404 Übung Magnetismus II
- 413405 Vertiefungsveranstaltung Magnetismus (mit Wahlmöglichkeit)

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42 h

Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h

**Übung:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21 h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

**Vertiefungsveranstaltung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21 h

Vor- und Nachbereitung: 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung 66 h

**Gesamt:** 360 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

41341 Magnetism (Area of Specialization) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 41310 Semiconductor Physics (Area of Specialization)

|                     |           |                |                         |
|---------------------|-----------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:     | 081400514 | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte: | 12.0 LP   | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:             | 0.0       | 7. Sprache:    | Deutsch                 |

8. Modulverantwortlicher: Apl. Prof.Dr. Heinz Klemens Schweizer

9. Dozenten:

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:

B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester  
 → Vorgezogene Master-Module  
 B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester  
 → Vorgezogene Master-Module  
 M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester  
 → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt  
 → Festkörperphysik  
 M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester  
 → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt  
 → Festkörperphysik  
 M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester  
 → Wahlpflichtmodul Schwerpunkt  
 → Modull anerkannt 12 LP

11. Empfohlene Voraussetzungen:

12. Lernziele:

Vorlesung Halbleiterphysik I und Übungen für Masterstudierende:

Die Studierenden erwerben spezielle Grundlagenkenntnisse zur Halbleiterphysik

und ihrer Anwendung. Die Übungen vertiefen den Vorlesungsstoff und fördern die

Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von

Fachwissen.

Vorlesung Halbleiterphysik II und Übungen für Masterstudierende:

Die Studierenden erwerben auf der Basis der Vorlesung Halbleiterphysik I

grundlegende Kenntnisse zur Herstellung und Physik von Bauelementen und ihrer Anwendung. Die Übungen vertiefen den Vorlesungsstoff und fördern die

Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von

Fachwissen.

Vorlesung Advanced Topics in Semiconductor Physics  
(Vertiefungsveranstaltung):

Die Studierenden erwerben spezielle theoretische Kenntnisse zu Halbleiterstrukturen und

ihrer Anwendung. Die Übungen vertiefen den Vorlesungsstoff und fördern die

Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von

Fachwissen.

13. Inhalt:

Vorlesung Halbleiterphysik I und Übungen für Masterstudierende:

- \* Kristallstruktur (chem. Bindung. Grundbegriffe, reales/reziprokes Gitter, Brillouinzone)
- \* Methoden der Bandstrukturberechnung (Symmetrien, Kronig-Penny-Modell, Brillouin- / Blochnäherung, APW(OPW-Methode, Pseudopotentiale, kp-Methode)
- \* Experimentelle Bestimmung der Bandstruktur (optische Spektroskopie, Röntgenstreuexperimente, Resonanzexperimente)
- \* Statistik (Zustandsdichte und Dimension, Besetzungszahlfunktionen für Elektronen und Löcher, Thermodynamik der freien Elektronen, Störstellenstatistik, Dotierung)
- \* Nichtgleichgewicht (Abweichungen vom thermodynamischen Gleichgewicht, Feldeffekt, Ströme, Rekombinationsmechanismen)
- \* Transport (Beweglichkeit der Ladungsträger (Phonon-Störstellenstreuung), Ladungsträgerstreuung in niederdimensionalen Halbleitern)
- \* Optische Eigenschaften (Absorption, Emission, niederdimensionale Halbleiter)

Vorlesung Halbleiterphysik II und Übungen für Masterstudierende:

- \* Bauelementtechnologien (Kristallzucht, Dotierverfahren, Strukturierung (Lithographie, Ätzverfahren))
- \* Bipolartechnik (pn-Übergang (DC- und Hochfrequenzverhalten), Ausführungsformen von Dioden, Heteroübergänge, bipolar Transistor (DC- und Hochfrequenzverhalten) , bipolare Integration)
- \* Unipolare Technik (Schottky-Diode, Feldeffekttransistor (DC- und Hochfrequenzverhalten), Kennlinie



JFET, MOSFET, Rauschen)

\* Optoelektronik (Leuchtdioden, Detektoren, Halbleiterlaser)

Vorlesung Advanced Topics in Semiconductor Physics  
(Vertiefungsveranstaltung):

\* Electronic structure theory (Hartree Fock, Post Hartree-Fock methods, Density functional Theory)

\* Vibrational Properties (Frozen Phonon, linear response, electron-phonon interaction weak coupling, electron phonon interaction strong coupling, Polarons)

\* Quantum information science (quantum bits, qbit operations, implementation semiconductor quantum dots)

#### 14. Literatur:

\* Yu/Cardona, Fundamentals of Semiconductors, Springer Verlag

\* K. Seeger, Semiconductor Physics, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York

\* Weissbuch/Winter, Quantum Semiconductor Structures, Academic Press Inc.

\* Ashcroft/Mermin, Solid State Physics, Holt-Saunders, New York

\* Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons

\* Haug, Koch, Quantum theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors, World Scientific

#### 15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 413101 Vorlesung Halbleiterphysik I
- 413102 Übung Halbleiterphysik I
- 413103 Vorlesung Halbleiterphysik II
- 413104 Übung Halbleiterphysik II
- 413105 Halbleiter-Quantenoptik (Vertiefungsveranstaltung)
- 413106 Halbleiter-Quantenoptik (Vertiefungsveranstaltung)

#### 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Halbleiterphysik I: 134 h (Contact time: 32 h;

self study: 102 h)

Halbleiterphysik II: 134 h (Contact time: 32 h;

self study: 102 h)

#### 17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 41311 Semiconductor Physics (Area of Specialization) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

#### 18. Grundlage für ... :

#### 19. Medienform:

#### 20. Angeboten von:

## Modul: 41360 Solid state spectroscopy (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081400511                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 9.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Dr. Markus Lippitz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Bernhard Keimer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Festkörperphysik<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Festkörperphysik<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Modull anerkannt 12 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Kenntnisse experimenteller Methoden zur Untersuchung kondensierter Materie.</li> <li>• Verknüpfung relevanter theoretischer und experimenteller Konzepte.</li> <li>• Kommunikationsfähigkeit und Methodenkompetenz bei der Anwendung von Fachwissen.</li> <li>• Laborpraxis</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Light sources: black body radiation, discharge lamps, LASERS, synchrotrons and free electron lasers</li> <li>• Spectral analysis of light: monochromators, filters and interferometers</li> <li>• Interaction of light with matter: dielectric constants and linear response, Kramers Kronig relations, ellipsometry, dipole approximation and selection rules</li> <li>• Important spectroscopic tools: Raman scattering, IR spectroscopy, UPS and XPS, AUGER, XAS, XMCD, EELS</li> <li>• Combination of neutron and X-ray scattering: X-ray scattering: non-resonant and resonant</li> <li>• Thin film analysis: X-ray and neutron reflectivity</li> <li>• Magnetic resonance spectroscopy: NMR and ESR</li> <li>• Nuclear spectroscopy: Mößbauer spectroscopy, <math>\mu</math>SR, PAC</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuzmany, Solid-State Spectroscopy, Springer</li> <li>• Haken/Wolf, The physics of atoms and quanta, Springer</li> <li>• Hüfner, Photoelectron spectroscopy, Springer</li> <li>• Bransden/Joachain, Physics of Atoms and Molecules, Prentice Hall</li> <li>• Ashcroft/Mermin: Solid State Physics, Cengage Learning Services</li> <li>• Hecht, Optics, Addison-Wesley Longman</li> <li>• Henderson/Imbusch, Optical spectroscopy of Inorganic Solids, Oxford Science</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 413601 Vorlesung Solid State Spectroscopy</li><li>• 413602 Exercise Solid State Spectroscopy</li><li>• 413603 Vertiefungsveranstaltung Solid State Spectroscopy (mit Wahlmöglichkeit)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Präsenzstunden: 3h (4 SWS) * 14 Wochen = 42 h</li><li>• Vor- und Nachbereitung: 4.5 h pro Woche = 63 h</li></ul> <p><u>Übung</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Präsenzstunden: 1,5h (2 SWS) * 14 Wochen = 21 h</li><li>• Vor- und Nachbereitung: 6 h pro Woche = 84 h</li></ul> <p><u>Laborpraktikum:</u> 90 h</p> <p><u>Prüfung</u> inkl. Vorbereitung: 60 h</p> <p><b><u>Summe: 360 h</u></b></p> |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"><li>• 41361 Solid State Spectroscopy (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 19. Medienform:                      | Tafelanschrieb, Folien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 20. Angeboten von:                   | Max-Planck-Institut für Festkörperforschung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## Modul: 28380 Superconductivity (Area of Specialization)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081100512                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Festkörperphysik</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Festkörperphysik</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Modull anerkannt 12 LP</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnissen im Bereich der kondensierten Materie bzw. der Materialwissenschaften und deren elektronischen Eigenschaften. Sie sind in der Lage, die in Studien erlangten Kenntnisse in Elektrodynamik, Thermodynamik und Quantenmechanik auf das spezifische Problem der Supraleitung anzuwenden.</li> <li>• Sie können grundlegende festkörperphysikalischer Messmethoden diskutieren.</li> <li>• Sie kennen die aktuellen Forschungsbereiche und sind in der Lage, sich zu spezialisieren und auf die Masterarbeit im Bereich der experimentellen oder theoretischen Festkörperphysik vorzubereiten.</li> </ul>               |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p><b>Supraleitung 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomenologie</li> <li>• Thermodynamische, elektronische und magnetische Eigenschaften</li> <li>• Theoretische Modelle (London-, Ginzburg-Landau-Theorie)</li> <li>• Typ-II Supraleiter</li> <li>• BCS-Theorie</li> <li>• Josephson-Effekte</li> <li>• Anwendungen der Supraleitung</li> </ul> <p><b>Supraleitung 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suprafluidität</li> <li>• Unkonventionelle Supraleitung: Hochtemperatursupraleitung, Organische Supraleitung, Supraleitung und Magnetismus; theoretische Modelle, experimentelle Beobachtungen</li> <li>• Nanostrukturierte Supraleiter, dünne Filme Supraleiter</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Buckel / R. Kleiner: Supraleitung, VCH Weinheim</li> <li>• M. Tinkham: Introduction to Superconductivity, McGraw-Hill, New York</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |

- J. F. Annett: Superconductivity, Superfluids and Condensates, Oxford University Press
- J. R. Schrieffer: Theory of Superconductivity, Addison-Wesley, Redwood City
- J.B. Ketterson / S.N. Song, Superconductivity, Cambridge University Press
- K.H. Bennemann / J.B. Ketterson (Eds.), The Physics of Superconductors, Vol. I and II, Springer-Verlag Berlin
- Burns: High-Temperature Superconductivity: An Introduction, Academic Press
- Lynn/Allen: High-Temperature Superconductivity, Springer-Verlag
- Ishiguro/Yamaji/Saito: Organic Superconductors, Springer-Verlag

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 283801 Vorlesung Festkörperphysik: Supraleitung I+II
- 283802 Übung Festkörperphysik: Supraleitung I+II
- 283803 Vertiefungsveranstaltung Festkörperphysik: Supraleitung I+II

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42h

Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h

**Vertiefungsveranstaltung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21h

Vor- und Nachbereitung = 63h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h

**Gesamt: 360h**

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28381 Superconductivity (Area of Specialization) (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

---

## 219 Kontinuumsphysik

---

Zugeordnete Module: 28390 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik (Schwerpunkt)

---

## Modul: 28390 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |              |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 092200416                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5. Moduldauer: | 2 Semester   |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | unregelmäßig |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7. Sprache:    | Deutsch      |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof. Rudolf Hilfer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |              |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rudolf Hilfer</li> <li>• Hans-Rainer Trebin</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |              |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Kontinuumsphysik<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Kontinuumsphysik                                                                                                                                        |                |              |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Bachelor in Physik: Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |              |
| 12. Lernziele:                                      | Beschreibung und Berechnung der Statik und Dynamik von Kontinua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |              |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensorrechnung</li> <li>• Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Kinematik und Dynamik eines Kontinuums</li> <li>• Konstitutivtheorie</li> <li>• Grundgleichungen der Elastomechanik</li> <li>• Grundgleichungen der Hydrodynamik</li> <li>• Eulersche Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung</li> <li>• Spezielle Lösungen</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>                                                                  |                |              |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Becker/Bürger: Kontinuumsmechanik, Teubner</li> <li>• Landau/Lifshitz: Hydrodynamik, Akademie-Verlag</li> <li>• Landau/Lifshitz: Elastizitätstheorie, Akademie-Verlag</li> <li>• Sommerfeld: Mechanik deformierbarer Medien, Vorlesungen über Theoretische Physik, Bd. 2, Harri Deutsch-Verlag</li> </ul>                                                                                                                        |                |              |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 283901 Vorlesung Fortgeschrittene Kontinuumsphysik</li> <li>• 283902 Übung Fortgeschrittene Kontinuumsphysik</li> <li>• 283903 Vertiefungsvorlesung: Topologische Methoden in der Physik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              |                |              |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p><b>Vorlesung:</b><br/>           Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b>Übungen:</b><br/>           Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h</p> <p><b>Vertiefungsvorlesung:</b><br/>           Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21 h<br/>           Vor- und Nachbereitung = 69 h</p> |                |              |



---

**Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h**

**Gesamt: 360 h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28391 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0,
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich und mündlich, erfolgreiche Teilnahme an den Übungen

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---



---

## 217 Nichtlineare Dynamik

---

Zugeordnete Module: 58020 Nichtlineare Dynamik (Schwerpunkt)

---

## Modul: 58020 Nichtlineare Dynamik (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |              |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | [pord.modulcode]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5. Moduldauer: | 2 Semester   |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6. Turnus:     | unregelmäßig |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Deutsch      |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof. Jörg Main                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |              |
| 9. Dozenten:                                        | Jörg Main                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |              |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Nichtlineare Dynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |              |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |              |
| 12. Lernziele:                                      | <i>Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis nichtlinearer dynamischer Effekte und können dieses in Übungen anwenden</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |              |
| 13. Inhalt:                                         | Teil 1:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Modelle zum deterministischen Chaos</li> <li>• Quadratische Abbildungen</li> <li>• Bifurkationen</li> <li>• Selbstähnlichkeit</li> <li>• Seltsame Attraktoren</li> </ul> Teil 2:<br>Klassisches Chaos<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrierte und fast integrierte Systeme, Tori</li> <li>• Poincaré-Schnitte</li> <li>• KAM Theorem, Poincaré-Birkhoff Theorem</li> <li>• Bifurkationen</li> <li>• Periodische Bahnen, Stabilitätsmatrix, Ljapunov-Exponenten</li> </ul> Semiklassische Theorien<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Torusquantisierung</li> <li>• Kaustiken und Maslov-Index</li> <li>• Periodic-Orbit Theorie, Semiklassische Spurformeln</li> <li>• Konvergenzeigenschaften von Bahnsummen und Resummationstechniken</li> </ul> Quantenchaos<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernarbungen („scars“) von Wellenfunktionen</li> <li>• Random-Matrix Theorien</li> <li>• Statistische Verteilung von Niveauabständen</li> </ul> Vertiefungsveranstaltung:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerikpraktikum zu Nichtlinearen Systemen</li> </ul> |                |              |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Literatur:                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• V. I. Arnold, Mathematical Models of Classical Mechanics, Springer Verlag</li> <li>• A. J. Lichtenberg and M. A. Liebermann, Regular and Stochastic Motion</li> <li>• E. Ott, Chaos in Dynamical Systems, Cambridge University Press</li> <li>• H. G. Schuster, Deterministic Chaos, An Introduction, VCH</li> <li>• M. Brack, R. K. Bhaduri, Semiclassical Physics, Addison-Wesley</li> <li>• M. C. Gutzwiller, Chaos in Classical and Quantum Mechanics, Springer Verlag</li> <li>• F. Haake, Quantum Signatures of Chaos, Springer Verlag</li> <li>• H.-J. Stöckmann, Quantum Chaos: An Introduction, Cambridge University Press</li> </ul> |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 580201 Vorlesung Nichtlineare Dynamik Teil 1</li> <li>• 580202 Vorlesung Nichtlineare Dynamik Teil 2</li> <li>• 580203 Übung Nichtlineare Dynamik Teil 1</li> <li>• 580204 Übung Nichtlineare Dynamik Teil 2</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p>Vorlesung:</p> <p>Präsenzstunden: 1,5 h (2SWS)*28 Wochen = 42 h</p> <p>Vor- u. Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p>Übungen:</p> <p>Präsenzstunden: 0,75 h ( 1 SWS)*28 Wochen = 21 h</p> <p>Vor- u. Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h</p> <p>Prüfung incl. Vorbereitung = 60 h</p> <p>Vertiefungsveranstaltung: 90 h</p> <p>Gesamt: 360 h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 58021 Nichtlineare Dynamik (Schwerpunkt) (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Sonstiges</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

---

## 212 Optik

---

Zugeordnete Module:    28360 Licht und Materie (Schwerpunkt)  
                                  28900 Fortgeschrittene Optik (Schwerpunkt)  
                                  41320 Fortgeschrittene Atomphysik (Schwerpunkt)

---

## Modul: 41320 Fortgeschrittene Atomphysik (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081500522                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Tilman Pfau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Optik<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Optik                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Fortgeschrittene Atomphysik I:<br><br>Quantenmechanische Beschreibung des Wasserstoffatoms,<br>Störungsrechnung<br><br>Fortgeschrittene Atomphysik II:<br><br>Theoretische Quantenmechanik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der Atomphysik. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.<br><br>Das Vertiefungspraktikum findet im Labor des 5. Physikalischen Instituts statt. (3 LP)                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b><u>Fortgeschrittene Atomphysik I</u></b><br><br><b>Atomstruktur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diracgleichung und relativistischer Wasserstoff</li> <li>• Quantisierung des Lichtfeldes und Lambverschiebung</li> <li>• Atome mit zwei Elektronen: Helium</li> <li>• Vielelektronensysteme</li> <li>• Alkaliatome und Quantendefekttheorie</li> <li>• Rydbergatome</li> <li>• Geonium</li> </ul><br><b>Atom-Licht Wechselwirkung</b><br><br><b><u>Fortgeschrittene Atomphysik II</u></b><br><br>Atom-Licht Wechselwirkung |                |                         |

- Drei Niveaumatome und elektromagnetisch induzierte Transparenz (EIT)
- Klassisches Modell
- STIRAP
- EIT in optisch dichten Medien

#### Atom-Atom Kollisionen

- Streutheorie
- Grundlagen
- Streuung am Kastenpotential
- Resonanzen und Oszillationen
- Feshbach Resonanzen
- Inelastische Stöße

#### Ultrakalte Atome

- Bose-Einstein Kondensation
- Effekt der Atom-Atom Wechselwirkung
- Superfluidität
- Bogoliubov Anregungen
- Landau Kriterium
- Rotierende Kondensate
- Optische Gitter

---

#### 14. Literatur:

##### **Fortgeschrittene Atomphysik I**

- Budker, Kimball, deMille, Atomic Physics, Oxford
- Woodgate, Elementary atomic Structure, Oxford
- Foot, Atomic Physics, Oxford
- Friedrich , Theoretische Atomphysik, Springer
- Demtröder, Laserspektroskopie, Springer
- Sakurai, Advanced Quantum Mechanics
- Schwabl, Advanced Quantum Mechanics
- Reiher, Wolf, Relativistic Quantum Chemistry
- Gerry, Knight, Introductory Quantum Optics
- Scully, Zubairy, Quantum Optics

##### **Fortgeschrittene Atomphysik II**

- Budker, Kimball, deMille, Atomic Physics, Oxford
- Woodgate, Elementary atomic Structure, Oxford
- Foot, Atomic Physics, Oxford
- Friedrich , Theoretische Atomphysik, Springer
- Demtröder, Laserspektroskopie, Springer

---

#### 15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 413201 Vorlesung Fortgeschrittene Atomphysik I
- 413202 Übung Fortgeschrittene Atomphysik I
- 413203 Vorlesung Fortgeschrittene Atomphysik II
- 413204 Übung Fortgeschrittene Atomphysik II
- 413205 Vertiefungsveranstaltung Fortgeschrittene Atomphysik (mit Wahlmöglichkeit)

---

#### 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

- Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) \* 28 Wochen = 56 h
- Vor- und Nachbereitung: 1,5 h pro Präsenzstunden = 84 h

**Übungen und Praktikum:**

- Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42 h
- Vor- und Nachbereitung: 1,5 h pro Präsenzstunden = 63 h

**Vertiefungspraktikum im Labor oder Seminarvortrag (Oberseminar)**

- Präsenzstunden: 32 h
- Vor- und Nachbereitung: 20 h

**Prüfung inkl. Vorbereitung : 63 h**

**Gesamt: 360 h**

|                                 |                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 41321 Fortgeschrittene Atomphysik (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li></ul> |
| 18. Grundlage für ... :         |                                                                                                                                                                                                             |
| 19. Medienform:                 | Flipchart, Powerpoint, Tafel                                                                                                                                                                                |
| 20. Angeboten von:              | 5. Physikalisches Institut                                                                                                                                                                                  |

## Modul: 28900 Fortgeschrittene Optik (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081700515                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Peter Michler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peter Michler</li> <li>• Ralf Vogelgesang</li> <li>• Axel Griesmaier</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Optik</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Optik</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende:<br/>Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der linearen Optik und ihrer Anwendung. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</p> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende:<br/>Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der Halbleiter-Quantenoptik und ihrer Anwendung. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</p> <p>Vorlesung Nichtlineare Optik (Vertiefungsveranstaltung):<br/>Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der nichtlinearen Optik und ihren Anwendungen.</p>                                                                                                   |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Materie (Reflexion und Brechung, Pulspropagation)</li> <li>• Spiegel und Strahlteiler (Resonatoren, Interferometer)</li> <li>• Geometrische Optik (paraxiale Optik, ABCD Matrizen, Resonatortypen, Abbildungssysteme)</li> <li>• Wellenoptik (Gauß'sche Strahlen, Skalare Beugungstheorie, Fresnel- und Fraunhofer Beugung)</li> <li>• Kohärenz (Korrelationsfunktion, Kohärenzinterferometrie)</li> </ul> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiter-Quantenpunkte</li> <li>• Halbleiter-Resonatoren</li> <li>• Korrelationsfunktionen</li> <li>• Quantenzustände des elektromagnetischen Lichts</li> <li>• Photonenstatistik</li> </ul> |                |                         |



- Quantenoptik mit Photonenanzahlzuständen

Vorlesung Nichtlineare Optik (Vertiefungsveranstaltung):

- Lichtausbreitung in linearen und nichtlinearen Medien (Atom-Licht Wechselwirkung, nichtlineare Wellengleichung, Resonatoren)
- Grundprinzip des Lasers (Gain, Laserschwelle, Sättigung, Ratengleichungen)
- Frequenzmischen (Frequenzverdopplung, Summen-/ Differenzfrequenz-Erzeugung)
- Parametrische Oszillatoren/Verstärker
- Wechselwirkung nichtlinearer Medien mit Gauß'schen Strahlen
- Anwendungen (z.B. Akusto-Optik, Nichtlineare Spektroskopie, STED-Mikroskopie, Modenkopplung/Erzeugung ultrakurzer Lichtpulse)

14. Literatur:

Vorlesung Lineare Optik und Übungen für Masterstudierende:

- E. Hecht, Optics 3rd ed. Addison Wesley Longman, 1998
- D. Meschede, Optik, Licht und Laser, Teubner 2nd ed. 2005
- B.E. A Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, 2nd ed. 2007
- Bergmann Schäfer Bd. 9, Optics, de Gruyter 1999

Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen für Masterstudierende:

- P. Michler, NanoScience and Technology, Single Semiconductor Quantum Dots, Springer 2009
- D. Bimberg, M. Grundmann, N. Ledentsov, Quantum Dot Heterostructures, Wiley & Sons
- R. Loudon, The Quantum Theory of Light, Oxford University Press
- M. Fox, Quantum Optics, An Introduction, Oxford Master Series
- Bachor/Ralph, A Guide to Experiments in Quantum Optics, Wiley VHC
- W. P. Schleich, Quantum Optics in Phase Space, Wiley VHC

Vorlesung Nichtlineare Optik (Vertiefungsveranstaltung):

- P. Milonni, J. Eberly: Laser Physics, Wiley, 2010
- R. Boyd: Nonlinear Optics, Academic Press, Boston, 2008
- Y. R. Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley, New York, 1984

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 289001 Vorlesung Lineare Optik
- 289002 Übung und Praktikum Lineare Optik
- 289003 Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik
- 289004 Übung Halbleiter-Quantenoptik
- 289005 Vorlesung und Übung Nichtlineare Optik

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

\* Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42 h

\* Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h

**Übungen:**

\* Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21 h

\* Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

**Vertiefungsveranstaltung:**

\* Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21 h

\* Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 66 h

**Gesamt = 360 h**

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28901 Fortgeschrittene Optik (Schwerpunkt) (PL), schriftlich oder mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 45 Min.

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Tafel, Flipchart etc.

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 28360 Licht und Materie (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081100516                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Marc Scheffler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Optik<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Optik                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik, Festkörperphysik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über ein tiefgreifendes Verständnis der Wechselwirkung von Licht und Materie, der Konzepte zu ihrer Beschreibung, sie kennen die Anwendungen in Alltag, Wissenschaft und Technik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Beispiele der Licht-Materie Wechselwirkung</li> <li>• Quantenmechanische Licht-Materie Wechselwirkung</li> <li>• Optische Spektroskopie</li> <li>• Optische Konstanten und dielektrische Funktion</li> <li>• Antwortfunktionen, Summenregeln</li> <li>• Halbleiter und Lorentz-Modell</li> <li>• Metalle und Drude-Modell</li> <li>• Plasmonen</li> <li>• Wechselwirkende Elektronen, Supraleiter</li> </ul>                                                                                                 |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dressel/Grüner: Electrodynamics of Solids, Cambridge University Press</li> <li>• Born/Wolf: Principles of Optics, Cambridge University Press</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 283601 Vorlesung Festkörperphysik: Licht und Materie I+II</li> <li>• 283602 Übung Festkörperphysik: Licht und Materie I+II</li> <li>• 283603 Vertiefungsveranstaltung Festkörperphysik: Licht und Materie I+II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p><b><u>Vorlesung:</u></b><br/>         Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42h<br/>         Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b><br/>         Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21h<br/>         Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h</p> <p><b><u>Vertiefungsveranstaltung:</u></b><br/>         Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h<br/>         Vor- und Nachbereitung = 63h<br/>         Prüfung inkl. Vorbereitung = 66h</p> <p><b><u>Gesamt: 360h</u></b></p> |                |                         |

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 28361 Licht und Materie (PL), mündliche Prüfung, 30 Min.,  
Gewichtung: 1.0
  - V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

---

## 215 Simulation Methods in Physics

---

Zugeordnete Module: 51960 Simulation Methods in Physics (Major)

---

## Modul: 51960 Simulation Methods in Physics (Major)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Christian Holm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerhard Smiatek</li> <li>• Christian Holm</li> <li>• Axel Arnold</li> <li>• Olaf Lenz</li> <li>• Maria Fyta</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Simulation Methods in Physics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamental Knowledge of theoretical and experimental physics, in particular Thermodynamics and Statistical Physics.</li> <li>• Unix basics</li> <li>• Basic Programming skills in C and Python</li> <li>• Basics of Numerical Mathematics</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | The aim is to obtain a thorough understanding of numerical methods for simulating physical phenomena of classical and quantum systems. Afterward, the participants shall be able to autonomously apply simulation methods to a given problem. The tutorials also support media- and methodological skills.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p><b>Simulation Methods in Physics 1 (2 SWS Lecture + 2 SWS Tutorials in Winter Term)</b></p> <p>Homepage (Winter Term 2014/2015): <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_I_WS_2014">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_I_WS_2014</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• History of Computers</li> <li>• Finite-Element-Method</li> <li>• Molecular Dynamics (MD)</li> <li>• Integrators</li> <li>• Different Ensembles: Thermostats, Barostats</li> <li>• Observables</li> <li>• Simulation of quantum mechanical problems</li> <li>• Solving the Schrödinger equation</li> <li>• Lattice models, Lattice gauge theory</li> <li>• Monte-Carlo-Simulations (MC)</li> <li>• Spin Systems, Critical Phenomena, Finite Size Scaling</li> <li>• Statistical Errors, Autocorrelation</li> </ul> <p><b>Simulation Methods in Physics 2 (2 SWS Lecture in Summer Term)</b></p> <p>Homepage (SS 2014): <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_II_SS_2014">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_II_SS_2014</a></p> |                |                         |

- Ab-initio MD
- Advanced MD methods
- Implicit solvent models
- Hydrodynamic interactions
- Electrostatic interactions
- Coarse-graining
- Advanced MC methods
- Computing free energies

### Simulation Methods in Practice (2 SWS Lab Course in Summer Term)

(de facto Tutorial for the Lecture Simulation Methods in Physics 2)

Homepage (SS 2014): [http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation\\_Methods\\_in\\_Practice\\_SS\\_2014](http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Practice_SS_2014)

- Application and Implementation of advanced methods for many-particle simulations
- Methods for electrostatic and magnetostatic interactions (P3M, dipolar P3M, FMM, MMM\*D, ...)
- Methods for hydrodynamic interactions (Lattice-Boltzmann, DPD, ...)
- Applying various simulation software

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Literatur:                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenkel, Smit, „Understanding Molecular Simulations“, Academic Press, San Diego, 2002.</li> <li>• Allen, Tildesley, „Computer Simulation of Liquids“. Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford, 1987.</li> </ul>                                                                                   |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 519601 Simulation Methods in Physics (Major)</li> <li>• 519602 Übungen Simulation Methods in Physics 1</li> <li>• 519603 Vorlesung Simulation Methods in Physics 2</li> <li>• 519604 Praktikum Simulation Methods in Practice</li> </ul>                                                                       |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p>Lecture "Simulation Methods in Physics 1": 28h Attendance, 56h Home work</p> <p>Tutorials "Simulation Methods in Physics 1": 28h Attendance, 68h Doing the Exercises</p> <p>Lecture "Simulation Methods in Physics 2": 28h Attendance, 62h Home work</p> <p>Lab Course "Simulation Methods in Practice": 28h Attendance, 62h Doing the Exercises</p> |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 51961 Simulation Methods in Physics (Major) (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 50% der Punkte in den Übungen</li> </ul>                                                                                                      |
| 18. Grundlage für ... :              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 28410 Fortgeschrittene Simulationsmethoden (Schwerpunkt)</li> <li>• 56160 Advanced Simulation Methods</li> </ul>                                                                                                                                                                                               |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

---

## 213 Weiche Materie und Biophysik MSc

---

Zugeordnete Module:    28600   Physics of Soft and Biological Matter (Area of Specialization)  
                                 41390   Physik der Flüssigkeiten (Schwerpunkt)

---



## Modul: 28600 Physics of Soft and Biological Matter (Area of Specialization)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082000517                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Udo Seifert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clemens Bechinger</li> <li>• Christian Holm</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Weiche Materie und Biophysik MSc</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br/>→ Weiche Materie und Biophysik MSc</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der statischen und dynamischen Eigenschaften weicher kondensierter Materie, insbesondere kolloidaler Suspensionen, Polymeren, Polyelektrolyten, Proteinen, Flüssigkristallen etc. Ferner werden grundlegende experimentelle Techniken zur Untersuchung kolloidaler Systeme (optische Pinzetten, statische und dynamische Lichtstreuung, Mikroskopietechniken etc.) vermittelt. Daneben wird auch eine kurze Einführung zur Untersuchung dieser Materialklasse mit geeigneten Simulationsmethoden gegeben.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung struktureller und dynamischer Eigenschaften der Weichen Materie durch Methoden aus der statistischen Physik</li> <li>• Integralgleichungen, klassische DFT, Blobology, Streufunktionen, Random Walk, Self-avoiding Walk, Brownsche Dynamik</li> <li>• Untersuchungsmethoden: Mikroskopietechniken, Lichtstreuung, TIRM</li> <li>• Wechselwirkung kolloidaler Suspensionen mit äußeren Feldern, optische Pinzetten</li> <li>• Phasenübergänge in der weichen Materie</li> <li>• Entropische Wechselwirkungen</li> <li>• elektrostatische Wechselwirkungen, Poisson-Boltzmann Theorie</li> <li>• Hydrodynamische Wechselwirkungen</li> <li>• Elektrokinetische Grundgleichungen</li> <li>• aktive Brownsche Teilchen</li> <li>• Es wird ein theoretisch/computerorientiertes oder alternativ ein experimentell orientiertes 1-wöchiges Blockpraktikum angeboten, welches in Absprache mit den Dozenten des Moduls belegt werden kann. Dies entspricht einer Vertiefungsveranstaltung mit 2SWS.</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Richard A. L. Jones, The Physics of Soft Condensed Matter, Oxford Master Series in Physics, 2002.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |

Evans and Wennerström, The Colloidal Domain: Where Physics, Chemistry, Biology, and Technology meet (VCH, New York, 1994)

G. Strobl, Physik kondensierter Materie. Kristalle, Flüssigkeiten, Flüssigkristalle und Polymere, Springer, 2002.

G. Strobl, The Physics of Polymers, Concepts for Understanding their Structures and Behavior. Third Revised and Expanded Edition, Springer, 2007.

C. Holm, P. Kekichef, R. Podgornik, Electrostatic Effects in Soft Matter and Biophysics, Kluwer, Dordrecht, 2001.

- 
15. Lehrveranstaltungen und -formen:
- 286001 Vorlesung Physik der weichen und biologischen Materie Teil 1
  - 286002 Vorlesung Physik der weichen und biologischen Materie Teil 2
  - 286003 Übung Physik der weichen und biologischen Materie Teil 1
  - 286004 Übung Physik der weichen und biologischen Materie Teil 2
  - 286005 Laborkurs
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42 h

Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21 h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h

**Blockpraktikum:**

Präsenzstunden = 45 h

Vor- und Nachbereitung = 45 h

**Gesamt:** 360 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Physikalisches Institut

---

## Modul: 41390 Physik der Flüssigkeiten (Schwerpunkt)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082410390                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 12.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Siegfried Dietrich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Markus Bier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Weiche Materie und Biophysik MSc<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Schwerpunkt<br>→ Weiche Materie und Biophysik MSc                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte der Theorie der Fluide.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Beschreibung</li> <li>• Klassische Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Näherungsmethoden</li> <li>• Phasenübergänge</li> <li>• Struktur</li> <li>• Grenzflächen</li> <li>• Komplexe Flüssigkeiten</li> <li>• Dynamik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• J.-P. Hansen and I.R. McDonald, "Theory of simple liquids" (ab 2. Auflage)</li> <li>• D.A. McQuarrie, "Statistical mechanics"</li> <li>• V.I. Kalikmanov, "Statistical physics of fluids"</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 413901 Vorlesung Physik der Flüssigkeiten I</li> <li>• 413902 Übung Physik der Flüssigkeiten I</li> <li>• 413903 Vorlesung Physik der Flüssigkeiten II</li> <li>• 413904 Übung Physik der Flüssigkeiten II</li> <li>• 413905 Vertiefungsveranstaltung Physik der Flüssigkeiten (mit Wahlmöglichkeit)</li> </ul>                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p><b><u>Vorlesung:</u></b><br/>           Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b><br/>           Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h</p> <p><b><u>Vertiefungsveranstaltung:</u></b><br/>           Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h</p> |                |                         |

---

Prüfung inkl. Vorbereitung = 66 h

**Gesamt: 360 h**

- 
- |                                 |                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 41391 Physik der Flüssigkeiten (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li></ul> |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

---

## 220 Wahlpflichtmodul Ergänzung

---

|                     |       |                                                 |
|---------------------|-------|-------------------------------------------------|
| Zugeordnete Module: | 28610 | Physik der Flüssigkeiten                        |
|                     | 28620 | Stochastic Dynamics I + II                      |
|                     | 28630 | Plasma Physics                                  |
|                     | 28640 | Physik der Kerne und Teilchen                   |
|                     | 28650 | Relativitätstheorie                             |
|                     | 28910 | Fortgeschrittene Optik                          |
|                     | 31410 | Solid State Spectroscopy                        |
|                     | 36010 | Simulation Methods in Physics                   |
|                     | 36020 | Fortgeschrittene Atomphysik                     |
|                     | 37290 | Semiconductor Physics                           |
|                     | 41330 | Superconductivity                               |
|                     | 41350 | Magnetism                                       |
|                     | 41370 | Licht und Materie                               |
|                     | 41380 | Physics of Soft and Biological Matter           |
|                     | 41400 | Spontaneous Symmetry Breaking and Field -theory |
|                     | 41440 | Nukleare Methoden der Festkörperforschung       |
|                     | 45080 | Fortgeschrittene Kontinuumsphysik               |
|                     | 50570 | Nichtlineare Dynamik                            |
|                     | 56160 | Advanced Simulation Methods                     |

---

## Modul: 56160 Advanced Simulation Methods

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Christian Holm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christian Holm</li> <li>• Axel Arnold</li> <li>• Olaf Lenz</li> <li>• Jens Smiatek</li> <li>• Maria Fyta</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011<br/>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamental Knowledge of theoretical and experimental physics, in particular Thermodynamics and Statistical Physics.</li> <li>• Unix basics</li> <li>• Basic Programming skills in C and Python</li> <li>• Basics of Numerical Mathematics</li> <li>• Fundamental Knowledge of different Simulation Methods, in particular Molecular Dynamics and Monte-Carlo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>The aim is to obtain a deepened understanding of advanced numerical methods for simulating classical many-particle systems in soft matter research. Afterward, the participants shall be able to autonomously apply and implement these methods and to use simulation software. Fundamental knowledge of a field of application of simulational methods. The lab course also supports media- and methodological skills.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p><b>Block course "ESPResSo Summer School" (Winter Term; one week in October)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homepage (WS 2014/2015): <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/ESPResSo_Summer_School_WS_2014">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/ESPResSo_Summer_School_WS_2014</a></li> <li>• Learning how to apply the simulation software ESPResSo and its algorithms and methods.</li> </ul> <p><b>Simulation Methods in Practice (2 SWS Lab Course in Summer Term)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homepage (SS 2014): <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Practice_SS_2014">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Practice_SS_2014</a></li> <li>• The course can already be attended to during the BSc studies in parallel to the lecture "Simulation Methods in Physics 2".</li> <li>• Application and Implementation of advanced methods for many-particle simulations</li> <li>• Methods for electrostatic and magnetostatic interactions (P3M, dipolar P3M, FMM, MMM*D, ...)</li> <li>• Methods for hydrodynamic interactions (Lattice-Boltzmann, DPD, ...)</li> <li>• Applying various simulation software</li> </ul> |                |                         |

### Additional Course "Advanced Simulation Methods" (2 SWS in Winter or Summer Term)

Homepage of the lecture (SS 2014): [http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Advanced\\_Simulation\\_Methods\\_SS\\_2014](http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Advanced_Simulation_Methods_SS_2014)

The contents depend on the actual course. Possible contents:

- Simulations on GPU
- Parallelization strategies for many-particle simulations
- Efficient methods for long-range interactions
- Rare event sampling
- Hybrid MD/MC methods
- Event-driven simulations
- Smooth Particle Dynamics

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Literatur:                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenkel, Smit, „Understanding Molecular Simulations“, Academic Press, San Diego, 2002.</li> <li>• Allen, Tildesley, „Computer Simulation of Liquids“. Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford, 1987.</li> </ul>                                                   |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 561601 Praktikum Simulation Methods in Practice</li> <li>• 561602 Tutorial Blockkurs</li> <li>• 561603 Vorlesung/Seminar Advanced Simulation Methods</li> </ul>                                                                                                                |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p>Block Course "ESPResSo Summer School": 36h Attendance, 54h Home work</p> <p>Lab Course "Simulation Methods in Practice": 28h Attendance, 70h Doing the exercises</p> <p>Additional Course "Advanced Simulation Methods": depends on the actual course, typical: 28h Attendance, 54h Home work</p> <p>Total: 270h</p> |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 56161 Advanced Simulation Methods (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>                                                                                                               |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 20. Angeboten von:                   | Institut für Computerphysik                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## Modul: 36020 Fortgeschrittene Atomphysik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081800014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Tilman Pfau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                 |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Fortgeschrittene Atomphysik I:<br><br>Quantenmechanische Beschreibung des Wasserstoffatoms,<br>Störungsrechnung<br><br>Fortgeschrittene Atomphysik II:<br><br>Theoretische Quantenmechanik                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der Atomphysik. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b><u>Fortgeschrittene Atomphysik I</u></b><br><br><b>Atomstruktur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diracgleichung und relativistischer Wasserstoff</li> <li>• Quantisierung des Lichtfeldes und Lambverschiebung</li> <li>• Atome mit zwei Elektronen: Helium</li> <li>• Vielelektronensysteme</li> <li>• Alkaliatome und Quantendefektheorie</li> <li>• Rydbergatome</li> <li>• Geonium</li> </ul><br><b>Atom-Licht Wechselwirkung</b><br><br><b><u>Fortgeschrittene Atomphysik II</u></b> |                |                         |



### Atom-Licht Wechselwirkung

- Drei Niveaumatome und elektromagnetisch induzierte Transparenz (EIT)
- Klassisches Modell
- STIRAP
- EIT in optisch dichten Medien

### Atom-Atom Kollisionen

- Streutheorie
- Grundlagen
- Streuung am Kastenpotential
- Resonanzen und Oszillationen
- Feshbach Resonanzen
- Inelastische Stöße

### Ultrakalte Atome

- Bose-Einstein Kondensation
- Effekt der Atom-Atom Wechselwirkung
- Superfluidität
- Bogoliubov Anregungen
- Landau Kriterium
- Rotierende Kondensate
- Optische Gitter

---

#### 14. Literatur:

#### Fortgeschrittene Atomphysik I

- Budker, Kimball, deMille, Atomic Physics, Oxford
- Woodgate, Elementary atomic Structure, Oxford
- Foot, Atomic Physics, Oxford
- Friedrich, Theoretische Atomphysik, Springer
- Demtröder, Laserspektroskopie, Springer
- Sakurai, Advanced Quantum Mechanics
- Schwabl, Advanced Quantum Mechanics
- Reiher, Wolf, Relativistic Quantum Chemistry
- Gerry, Knight, Introductory Quantum Optics
- Scully, Zubairy, Quantum Optics

#### Fortgeschrittene Atomphysik II

- Budker, Kimball, deMille, Atomic Physics, Oxford
- Woodgate, Elementary atomic Structure, Oxford
- Foot, Atomic Physics, Oxford
- Friedrich, Theoretische Atomphysik, Springer
- Demtröder, Laserspektroskopie, Springer

---

#### 15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 360201 Vorlesung Fortgeschrittene Atomphysik I
- 360202 Vorlesung Fortgeschrittene Atomphysik II
- 360203 Übung Fortgeschrittene Atomphysik I
- 360204 Übung Fortgeschrittene Atomphysik II

---

#### 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

#### **Vorlesung:**

- Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42 h
- Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunden = 84 h

**Übungen und Praktikum:**

- Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21 h
- Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunden = 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung: 60 h

**Gesamt: 270 h**

|                                 |                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 36021 Fortgeschrittene Atomphysik (PL), mündliche Prüfung, 45 Min., Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li></ul> |
| 18. Grundlage für ... :         |                                                                                                                                                                                                        |
| 19. Medienform:                 | Tafel, Powerpoint                                                                                                                                                                                      |
| 20. Angeboten von:              | 5. Physikalisches Institut                                                                                                                                                                             |

## Modul: 45080 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |              |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 092200417                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5. Moduldauer: | 1 Semester   |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | unregelmäßig |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7. Sprache:    | Deutsch      |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof. Rudolf Hilfer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |              |
| 9. Dozenten:                                        | Rudolf Hilfer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |              |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                       |                |              |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Bachelor in Physik: Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |              |
| 12. Lernziele:                                      | Beschreibung und Berechnung der Statik und Dynamik von Kontinua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |              |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensorrechnung</li> <li>• Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Kinematik und Dynamik eines Kontinuums</li> <li>• Konstitutivtheorie</li> <li>• Grundgleichungen der Elastomechanik</li> <li>• Grundgleichungen der Hydrodynamik</li> <li>• Eulersche Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung</li> <li>• Spezielle Lösungen</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> |                |              |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Becker/Bürger: Kontinuumsmechanik, Teubner</li> <li>• Landau/Lifshitz: Hydrodynamik, Akademie-Verlag</li> <li>• Landau/Lifshitz: Elastizitätstheorie, Akademie-Verlag</li> <li>• Sommerfeld: Mechanik deformierbarer Medien, Vorlesungen über Theoretische Physik, Bd. 2, Harri Deutsch-Verlag</li> </ul>                                                       |                |              |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 450801 Vorlesung Fortgeschrittene Kontinuumsphysik</li> <li>• 450802 Übung Fortgeschrittene Kontinuumsphysik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                         |                |              |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p><b>Vorlesung:</b><br/>           Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b>Übungen:</b><br/>           Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h</p> <p><b>Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h</b></p> <p><b>Gesamt: 270 h</b></p>     |                |              |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 45081 Fortgeschrittene Kontinuumsphysik (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich und mündlich, erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</li> </ul>                                                                                                                                                           |                |              |

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 28910 Fortgeschrittene Optik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081700206                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Peter Michler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peter Michler</li> <li>• Ralf Vogelgesang</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodule<br/>→ Physikalisches Wahlmodul</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodule<br/>→ Physikalisches Wahlmodul</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen:<br/>Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der linearen Optik und ihrer Anwendung. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</p> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen:<br/>Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der Halbleiter-Quantenoptik und ihrer Anwendung. Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p>Vorlesung Lineare Optik und Übungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Materie (Reflexion und Brechung, Pulspropagation)</li> <li>• Spiegel und Strahlteiler (Resonatoren, Interferometer)</li> <li>• Geometrische Optik (paraxiale Optik, ABCD Matrizen, Resonatortypen, Abbildungssysteme)</li> <li>• Wellenoptik (Gauß'sche Strahlen, Skalare Beugungstheorie, Fresnel- und Fraunhofer Beugung)</li> <li>• Kohärenz (Korrelationsfunktion, Kohärenzinterferometrie)</li> </ul> <p>Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiter-Quantenpunkte</li> <li>• Halbleiter-Resonatoren</li> <li>• Korrelationsfunktionen</li> <li>• Quantenzustände des elektromagnetischen Lichts</li> <li>• Photonenstatistik</li> </ul> |                |                         |

- Quantenoptik mit Photonenanzahlzuständen

## 14. Literatur:

## Vorlesung Lineare Optik und Übungen:

- E. Hecht, Optics 3rd ed. Addison Wesley Longman, 1998
- D. Meschede, Optik, Licht und Laser, Teubner 2nd ed. 2005
- B.E. A Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, 2nd ed. 2007
- Bergmann Schäfer Bd. 9, Optics, de Gruyter 1999

## Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik mit Übungen:

- P. Michler, NanoScience and Technology, Single Semiconductor Quantum Dots, Springer 2009
- D. Bimberg, M. Grundmann, N. Ledentsov, Quantum Dot Heterostructures, Wiley & Sons
- R. Loudon, The Quantum Theory of Light, Oxford University Press
- M. Fox, Quantum Optics, An Introduction, Oxford Master Series
- Bachor/Ralph, A Guide to Experiments in Quantum Optics, Wiley VHC
- W. P. Schleich, Quantum Optics in Phase Space, Wiley VHC

## 15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 289101 Vorlesung Lineare Optik
- 289102 Vorlesung Halbleiter-Quantenoptik
- 289103 Übung und Praktikum Lineare Optik
- 289104 Übung Halbleiter-Quantenoptik

## 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

- Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42 h
- Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h

**Übungen und Praktikum:**

- Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21 h
- Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung: 60 h

**Gesamt: 270 h**

## 17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28911 Fortgeschrittene Optik (PL), schriftlich oder mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.

## 18. Grundlage für ... :

## 19. Medienform:

Tafel, Flipchart etc.

## 20. Angeboten von:

## Modul: 41370 Licht und Materie

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081100205                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Marc Scheffler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik, Festkörperphysik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über ein tiefgreifendes Verständnis der Wechselwirkung von Licht und Materie, der Konzepte zu ihrer Beschreibung, sie kennen die Anwendungen in Alltag, Wissenschaft und Technik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Beispiele der Licht-Materie Wechselwirkung</li> <li>• Quantenmechanische Licht-Materie Wechselwirkung</li> <li>• Optische Spektroskopie</li> <li>• Optische Konstanten und dielektrische Funktion</li> <li>• Antwortfunktionen, Summenregeln</li> <li>• Halbleiter und Lorentz-Modell</li> <li>• Metalle und Drude-Modell</li> <li>• Plasmonen</li> <li>• Wechselwirkende Elektronen, Supraleiter</li> </ul>         |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dressel/Grüner: Electrodynamics of Solids, Cambridge University Press</li> <li>• Born/Wolf: Principles of Optics, Cambridge University Press</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 413701 Vorlesung Licht und Materie I</li> <li>• 413702 Übung Licht und Materie I</li> <li>• 413703 Vorlesung Licht und Materie II</li> <li>• 413704 Übung Licht und Materie II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p><b><u>Vorlesung:</u></b><br/>           Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b><br/>           Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h</p>                                                                                                                                       |                |                         |

---

Prüfung inkl. Vorbereitung = 60h

**Gesamt: 270h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 41371 Licht und Materie (PL), mündliche Prüfung, 45 Min.,  
Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---



## Modul: 41350 Magnetism

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081100313                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Eberhard Goering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse im Bereich des Magnetismus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | a. Einführung und Phänomenologie des Magnetismus<br>b. Atomarer Magnetismus und Bohrsches Magnetron<br>c. Magnetische Kopplung Austausch-W.W.<br>d. Heisenberg- und Ising- Modell<br>e. Magnetische Ordnung<br>f. Elementare Anregungen: Magnonen<br>g. Entmagnetisierungsfaktor und magnetokristalline Anisotropie<br>h. Hard- und weichmagnetische Systeme<br>i. Methoden zur Untersuchung des makroskopischen Magnetismus: SQUID, VSM, etc.<br>j. Magnetische Domänen und deren Modellierung<br>k. Methoden zur magnetischen Mikroskopie: MOKE, MTXM und Co.<br>l. Magnetismus dünner Schichten<br>m. „Exchange-Bias“ und dessen Anwendung<br>n. Spin abhängiger Transport: AMR, GMR, TMR und Co.<br>o. Spin-Elektronik: „MRAMs“, Spin-Ventile und Co.<br>p. „Spin-torque“<br>q. Methoden zur Untersuchung des mikroskopischen Magnetismus: XMCD, XRM, Neutronenstreuung und Co.<br>r. Moderne Anwendungen des Magnetismus |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | 1) Ashcroft und Mermin: Solid State Physics, Harcourt Brace College Publishers<br>2) Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, Teubner<br>3) Nolting: Quantentheorie des Magnetismus, Teubner<br>4) Stöhr/Siegmann: Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer<br>5) Cullity/Graham: Introduction to Magnetic Materials, Wiley<br>6) Wohlfarth: Ferromagnetic materials, North-Holland<br>7) Blundell: Magnetism in Condensed Matter, Oxford Univ. Press                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | • 413501 Vorlesung Magnetismus I<br>• 413502 Übung Magnetismus I<br>• 413503 Vorlesung Magnetismus II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |



---

• 413504 Übung Magnetismus II

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

\_Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) \* 28 Wochen = 42 h

Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h

**Übung:**

\_Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) \* 28 Wochen = 21 h

Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

Prüfung inkl. Vorbereitung 60 h

**Gesamt:** 270 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

41351 Magnetism (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung:  
1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 50570 Nichtlineare Dynamik

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |              |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5. Moduldauer: | 2 Semester   |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | unregelmäßig |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7. Sprache:    | Deutsch      |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof. Jörg Main                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |              |
| 9. Dozenten:                                        | Jörg Main                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |              |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 6. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2011, 6. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 6. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 6. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 6. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |              |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |              |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis nichtlinearer dynamischer Effekte und können dieses in Übungen anwenden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |              |
| 13. Inhalt:                                         | Teil 1:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Modelle zum deterministischen Chaos</li> <li>• Quadratische Abbildungen</li> <li>• Bifurkationen</li> <li>• Selbstähnlichkeit</li> <li>• Seltsame Attraktoren</li> </ul> Teil 2:<br>Klassisches Chaos<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrierte und fast integrierte Systeme, Tori</li> <li>• Poincaré-Schnitte</li> <li>• KAM Theorem, Poincaré-Birkhoff Theorem</li> <li>• Bifurkationen</li> <li>• Periodische Bahnen, Stabilitätsmatrix, Ljapunov-Exponenten</li> </ul> Semiklassische Theorien<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Torusquantisierung</li> <li>• Kaustiken und Maslov-Index</li> <li>• Periodic-Orbit Theorie, Semiklassische Spurformeln</li> <li>• Konvergenzeigenschaften von Bahnsummen und Resummationstechniken</li> </ul> Quantenchaos<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernarbungen („scars“) von Wellenfunktionen</li> </ul> |                |              |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Random-Matrix Theorien</li> <li>• Statistische Verteilung von Niveauabständen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 14. Literatur:                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• V. I. Arnold, Mathematical Models of Classical Mechanics, Springer Verlag</li> <li>• A. J. Lichtenberg and M. A. Liebermann, Regular and Stochastic Motion</li> <li>• E. Ott, Chaos in Dynamical Systems, Cambridge University Press</li> <li>• H. G. Schuster, Deterministic Chaos, An Introduction, VCH</li> <li>• M. Brack, R. K. Bhaduri, Semiclassical Physics, Addison-Wesley</li> <li>• M. C. Gutzwiller, Chaos in Classical and Quantum Mechanics, Springer Verlag</li> <li>• F. Haake, Quantum Signatures of Chaos, Springer Verlag</li> <li>• H.-J. Stöckmann, Quantum Chaos: An Introduction, Cambridge University Press</li> </ul> |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 505701 Vorlesung Nichtlineare Dynamik Teil 1</li> <li>• 505702 Vorlesung Nichtlineare Dynamik Teil 2</li> <li>• 505703 Übung Nichtlineare Dynamik Teil 1</li> <li>• 505704 Übung Nichtlineare Dynamik Teil 2</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Gesamt: 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | 50571 Nichtlineare Dynamik (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

## Modul: 41440 Nukleare Methoden der Festkörperforschung

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081700304                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof. Wolfgang Bolse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Günter Majer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | solide Kenntnisse in Festkörperphysik, Grundkenntnisse Quantenmechanik und Vektoralgebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Verständnis der strukturellen und dynamischen Eigenschaften von Festkörpern auf atomarer Längenskala. Einsatzmöglichkeiten von Sondenteilchen in unterschiedlichen Bereichen der Physik und der Materialwissenschaften. Diffusionsprozesse und Hyperfeinwechselwirkungen in Festkörpern.                                                                                                                            |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | 1. Verwendung von nuklearen Sonden in Festkörpern<br>2. Methoden der Kernspinresonanz zur Untersuchung dynamischer Prozesse in Festkörpern<br>3. Myonen-Spin-Rotation<br>4. Diffusionsmechanismen in Festkörpern/ Radio-Tracer Methoden<br>5. Kernquadrupolwechselwirkungen<br>6. Positronen-Annihilation<br>7. Mößbauer-Effekt<br>8. Gestörte Winkelkorrelation<br>9. Neutronenstreuung<br>10. Ionenstrahlmethoden |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | • G. Schatz, A. Weidinger, Nukleare Festkörperphysik, Teubner Verlag, Stuttgart 2010<br>• G. Schatz, A. Weidinger, Nuclear Condensed Matter Physics: Nuclear Methods and Applications, Wiley, 1996<br>• K. Bethge, H. Baumann, H. Jex, F. Rauch, Nuclear Physics Methods in Materials Research, Vieweg, Braunschweig 1980                                                                                           |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | • 414401 Vorlesung Nukleare Methoden der Festkörperphysik I<br>• 414402 Übung Nukleare Methoden der Festkörperphysik I<br>• 414403 Vorlesung Nukleare Methoden der Festkörperphysik II<br>• 414404 Übung Nukleare Methoden der Festkörperphysik II                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | Präsenzzeit 84 h<br>Selbststudium 186 h<br>Gesamtzeit 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 41441 Nukleare Methoden der Festkörperphysik (PL), schriftlich oder mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1.0
  - V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

## Modul: 41380 Physics of Soft and Biological Matter

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082000208                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Udo Seifert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clemens Bechinger</li> <li>• Christian Holm</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der statischen und dynamischen Eigenschaften weicher kondensierter Materie, insbesondere kolloidaler Suspensionen, Polymeren, Polyelektrolyten, Proteinen, Flüssigkristallen etc. Ferner werden grundlegende experimentelle Techniken zur Untersuchung kolloidaler Systeme (optische Pinzetten, statische und dynamische Lichtstreuung, Mikroskopietechniken etc.) vermittelt. Daneben wird auch eine kurze Einführung zur Untersuchung dieser Materialklasse mit geeigneten Simulationsmethoden gegeben.                                                                                                                                            |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung struktureller und dynamischer Eigenschaften der Weichen Materie durch Methoden aus der statistischen Physik</li> <li>• Integralgleichungen, klassische DFT, Blobology, Streufunktionen, Random Walk, Self-avoiding Walk, Brownsche Dynamik</li> <li>• Untersuchungsmethoden: Mikroskopietechniken, Lichtstreuung, TIRM</li> <li>• Wechselwirkung kolloidaler Suspensionen mit äußeren Feldern, optische Pinzetten</li> <li>• Phasenübergänge in der weichen Materie</li> <li>• Entropische Wechselwirkungen</li> <li>• Hydrodynamische Wechselwirkungen</li> <li>• Elektrokinetische Grundgleichungen</li> <li>• aktive Brownsche Teilchen</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | Richard A. L. Jones, The Physics of Soft Condensed Matter, Oxford Master Series in Physics, 2002.<br><br>Evans and Wennerström, The Colloidal Domain: Where Physics, Chemistry, Biology, and Technology meet (VCH, New York, 1994)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |

G. Strobl, Physik kondensierter Materie. Kristalle, Flüssigkeiten, Flüssigkristalle und Polymere, Springer, 2002.

G. Strobl, The Physics of Polymers, Concepts for Understanding their Structures and Behavior. Third Revised and Expanded Edition, Springer, 2007.

C. Holm, P. Kekichef, R. Podgornik, Electrostatic Effects in Soft Matter and Biophysics, Kluwer, Dordrecht, 2001.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 413801 Vorlesung Physik der weichen und biologischen Materie I</li> <li>• 413802 Vorlesung Physik der weichen und biologischen Materie II</li> <li>• 413803 Übung Physik der weichen und biologischen Materie I</li> <li>• 413804 Übung Physik der weichen und biologischen Materie II</li> </ul>                               |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p><b><u>Vorlesung:</u></b><br/> Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h<br/> Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b><br/> Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h<br/> Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h<br/> Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h</p> <p><b><u>Gesamt:</u></b> 270 h</p> |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 41381 Physics of Soft and Biological Matter (PL), mündliche Prüfung, 45 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 20. Angeboten von:                   | 2. Physikalisches Institut                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



## Modul: 28610 Physik der Flüssigkeiten

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082410610                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Siegfried Dietrich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Markus Bier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte der Theorie der Fluide.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Beschreibung</li> <li>• Klassische Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Näherungsmethoden</li> <li>• Phasenübergänge</li> <li>• Struktur</li> <li>• Grenzflächen</li> <li>• Komplexe Flüssigkeiten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• J.-P. Hansen and I.R. McDonald, "Theory of simple liquids" (ab 2. Auflage)</li> <li>• D.A. McQuarrie, "Statistical mechanics"</li> <li>• V.I. Kalikmanov, "Statistical physics of fluids"</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 286101 Vorlesung Physik der Flüssigkeiten I</li> <li>• 286102 Übung Physik der Flüssigkeiten I</li> <li>• 286103 Vorlesung Physik der Flüssigkeiten II</li> <li>• 286104 Übung Physik der Flüssigkeiten II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p><b><u>Vorlesung:</u></b><br/>           Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b><br/>           Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h<br/>           Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h</p> <p><b>Gesamt: 270 h</b></p>                                                      |                |                         |

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 28611 Physik der Flüssigkeiten (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
  - V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

## Modul: 28640 Physik der Kerne und Teilchen

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081700301                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof. Wolfgang Bolse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Wolfgang Bolse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden kennen die gegenwärtig akzeptierten Modelle zur Beschreibung des Aufbaus der Materie im subatomaren Bereich, deren Stärken und Grenzen, sowie die grundlegenden Ideen neuer Modellansätze. Sie verstehen die diesen Vorstellungen zugrundeliegenden Experimente und deren grundsätzliche methodischen und technischen Grundlagen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p><b>Physik der Kerne und Teilchen 1 (Kernmodelle)</b><br/>           Grundlegende experimentelle Methoden der Kernphysik<br/>           Kerneigenschaften in Grund- und Anregungszuständen<br/>           Stabilität und Zerfall von Atomkernen<br/>           Tröpfchenmodell, Fermigasmodell, Schalenmodelle, Hybridmodelle<br/>           deformierte Kerne<br/>           Einteilchenanregungen<br/>           Rotations- und Vibrationsanregungen</p> <p><b>Physik der Kerne und Teilchen 2 (Standardmodell)</b><br/>           Standardmodell der Elementarteilchen:<br/>           Bausteine der Materie (Quarks, Leptonen) und ihre Eigenschaften, fundamentale Kräfte (Austauschbosonen) und ihre Eigenschaften, zusammengesetzte Systeme (Mesonen, Baryonen, Kernkraft)<br/>           Grenzen des Standardmodells und grundlegende Ideen weiterführender Modellansätze (supersymmetrische Stringtheorie)<br/>           Experimentelle Methoden der Teilchenphysik:<br/>           Beschleuniger, Detektoren, Streu- und Kollisionsexperimente<br/>           Neuigkeiten vom LHC</p> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bienlein, Wiesendanger, Einführung in die Struktur der Materie, Teubner</li> <li>• Bethge, Walter, Kernphysik, Springer</li> <li>• Musiol, Ranft, Reif, Seeliger, Kern- und Elementarteilchenphysik, VCH</li> <li>• 45 Frauenfelder, Henley, Teilchen und Kerne, Oldenbourg</li> <li>• Povh, Rith, Scholz, Zetsche, Teilchen und Kerne, Springer</li> <li>• Lohrmann, Einführung in die Elementarteilchenphysik, Teubner</li> <li>• Lohrmann, Hochenergiephysik, Teubner</li> <li>• Fernow, Introduction into experimental particle physics, Cam. Univ. Press</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Martin, Shaw, Particle Physics, John Wiley &amp; Sons</li> <li>• Leo, Particle Physics Experiments, Springer</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 286401 Vorlesung Physik der Kerne und Teilchen Teil 1</li> <li>• 286402 Vorlesung Physik der Kerne und Teilchen Teil 2</li> <li>• 286403 Übung Physik der Kerne und Teilchen Teil 1</li> <li>• 286404 Übung Physik der Kerne und Teilchen Teil 2</li> </ul>                                                                                     |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p><b><u>Vorlesung</u></b> :</p> <p>Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS)*28 Wochen = 42 h<br/>         Vor- u. Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen</u></b>:</p> <p>Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS)*28 Wochen = 21 h<br/>         Vor- u. Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h</p> <p>Prüfung incl. Vorbereitung = 60 h<br/> <b><u>Gesamt</u> : 270 h</b></p> |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 28641 Physik der Kerne und Teilchen (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.</li> </ul>                                                                                                                                                                     |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 19. Medienform:                      | Tafel und Videopräsentationen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## Modul: 28630 Plasma Physics

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081600303                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Mirko Ramisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Mirko Ramisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden verfügen über die Grundlagen experimentellen Plasmaphysik und können diese in Übungen anwenden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b>Inhalte:</b><br><b>Plasmaphysik I:</b><br>Plasmaeigenschaften, Zustandsgrenzen, Debye-Abschirmung, Plasmafrequenz, Teilchenbahnen im Magnetfeld, Larmorradius, Gyrofrequenz, Teilchendiffusions, Magnetischer Spiegel, Adiabatische Invarianten, Teilchen im Erdmagnetfeld, Flüssigkeitsbild des Plasmas, Ein- und Zweiflüssigkeitsgleichungen, MHD-Gleichungen, Eingefrorener Fluss, Plasmadynamo, Plasma-Pinche, Gradienten- vs. diamagnetische Drift, Plasmaströmungen in der Ionosphäre, Plasmastabilität, Rayleigh-Taylor-Instabilität, Austauschinstabilität, Modenanalyse, Energieprinzip, Alfvén-Wellen<br><b>Plasmaphysik II:</b><br>Wellen im Flüssigkeitsbild, Wellengleichung, Welle im feldfreien Plasma, Warme Plasmen, Einfluss von Stößen, Wellen in magnetisierten Plasmen, Interferometrie, Reflektometrie, Polarimetrie, CMA-Diagramm, Kinetische Theorie, Boltzmann-Verteilungsfunktion, Maxwell-Verteilungsfunktion, Boltzmann-Gleichung, Stoßterm, Fokker-Planck-Gleichung, Herleitung der Flüssigkeitsgleichungen, Coulomb-Streuung, Coulomb-Logarithmus, Relaxationszeiten, Elektrische Leitfähigkeit, Diffusionskonstante, Ambipolarer Fluss, Glimmentladung, Plasmaschicht, Bohm-Kriterium, Langmuir-Sonde |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chen, Plasma Physics and Controlled Fusion, Plenum Press, New York, 1983</li> <li>• M. Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung. Eine Einführung, Teubner, 2003</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |

---

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Skriptum zur Vorlesung</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 286301 Vorlesung Plasmaphysik Teil 1</li><li>• 286302 Vorlesung Plasmaphysik Teil 2</li><li>• 286303 Übung Plasmaphysik Teil 1</li><li>• 286304 Übung Plasmaphysik Teil 2</li></ul>                                                                                                                                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p><b><u>Vorlesung:</u></b><br/>Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h<br/>Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b><br/>Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h<br/>Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h<br/>Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h</p> <p><b><u>Gesamt:</u> 270 h</b></p> |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"><li>• 28631 Plasma Physics (PL), mündliche Prüfung, 30 Min.,<br/>Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.</li></ul>                                                                                                                                                              |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

---

## Modul: 28650 Relativitätstheorie

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081900202                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof. Jörg Main                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Jörg Main                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Wahlpflichtmodule<br>→ Physikalisches Wahlmodul<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                           |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis der Eigenschaften des Raum-Zeitkontinuums und können dieses in Übungen anwenden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b>Teil I: Spezielle Relativitätstheorie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorrelativistische Physik</li> <li>• Einsteins Relativitätsprinzip</li> <li>• Tensorkalkül</li> <li>• Relativistische Kinematik und Mechanik</li> <li>• Elektrodynamik als relativistische Feldtheorie</li> </ul> <b>Teil II: Allgemeine Relativitätstheorie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Allg. Relativitätstheorie</li> <li>• Mathematik gekrümmter Räume</li> <li>• Schwarzschild Metrik und Schwarze Löcher</li> <li>• Kosmologie</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• U.E. Schröder, Spezielle Relativitätstheorie</li> <li>• R. Sexl, H. K. Schmidt, Raum-Zeit-Relativität</li> <li>• H. Ruder, M. Ruder, Die Spezielle Relativitätstheorie</li> <li>• L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band II</li> <li>• S. Weinberg, Gravitation and Cosmology</li> <li>• M. Berry, Principles of cosmology and gravitation</li> <li>• P. Hyong, Relativistic Astrophysics and Cosmology</li> </ul>                                                                                                          |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 286501 Vorlesung Relativitätstheorie Teil 1</li> <li>• 286502 Vorlesung Relativitätstheorie Teil 2</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |

- 286503 Übung Relativitätstheorie Teil 1
- 286504 Übung Relativitätstheorie Teil 2

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung :**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS)\*28 Wochen = 42 h

Vor- u. Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS)\*28 Wochen = 21 h

Vor- u. Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h

Prüfung incl. Vorbereitung = 60 h

**Gesamt:** 270 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28651 Relativitätstheorie (PL), mündliche Prüfung, 30 Min.,  
Gewichtung: 1.0

- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Tafel und Videopräsentationen

---

20. Angeboten von:

---



## Modul: 37290 Semiconductor Physics

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081400314                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 0.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Apl. Prof.Dr. Heinz Klemens Schweizer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heinz Klemens Schweizer</li> <li>• Gabriel Bester</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>Vorlesung Halbleiterphysik I und Übungen für Masterstudierende:</p> <p>Die Studierenden erwerben spezielle Grundlagenkenntnisse zur Halbleiterphysik</p> <p>und ihrer Anwendung. Die Übungen vertiefen den Vorlesungsstoff und fördern die</p> <p>Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von</p> <p>Fachwissen.</p> <p>Vorlesung Halbleiterphysik II und Übungen für Masterstudierende:</p> <p>Die Studierenden erwerben auf der Basis der Vorlesung Halbleiterphysik I</p> <p>grundlegende Kenntnisse zur Herstellung und Physik von Bauelementen</p> <p>und ihrer Anwendung. Die Übungen vertiefen den Vorlesungsstoff und fördern die</p> <p>Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von</p> <p>Fachwissen.</p> |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |

## Vorlesung Halbleiterphysik I und Übungen für Masterstudierende:

- \* Kristallstruktur (chem. Bindung. Grundbegriffe, reales/reziprokes Gitter, Brillouinzone)
- \* Methoden der Bandstrukturberechnung (Symmetrien, Kronig-Penny-Modell, Brillouin- / Blochnäherung, APW(OPW-Methode, Pseudopotentiale, kp-Methode)
- \* Experimentelle Bestimmung der Bandstruktur (optische Spektroskopie, Röntgenstreuexperimente, Resonanzexperimente)
- \* Statistik (Zustandsdichte und Dimension, Besetzungszahlfunktionen für Elektronen und Löcher, Thermodynamik der freien Elektronen, Störstellenstatistik, Dotierung)
- \* Nichtgleichgewicht (Abweichungen vom thermodynamischen Gleichgewicht, Feldeffekt, Ströme, Rekombinationsmechanismen)
- \* Transport (Beweglichkeit der Ladungsträger (Phonon-Störstellenstreuung), Ladungsträgerstreuung in niederdimensionalen Halbleitern)
- \* Optische Eigenschaften (Absorption, Emission, niederdimensionale Halbleiter)

## Vorlesung Halbleiterphysik II und Übungen für Masterstudierende:

- \* Bauelementtechnologien (Kristallzucht, Dotierverfahren, Strukturierung (Lithographie, Ätzverfahren))
- \* Bipolartechnik (pn-Übergang (DC- und Hochfrequenzverhalten), Ausführungsformen von Dioden, Heteroübergänge, bipolar Transistor (DC- und Hochfrequenzverhalten) , bipolare Integration)
- \* Unipolare Technik (Schottky-Diode, Feldeffekttransistor (DC- und Hochfrequenzverhalten), Kennlinie JFET, MOSFET, Rauschen)
- \* Optoelektronik (Leuchtdioden, Detektoren, Halbleiterlaser)

## 14. Literatur:

- \* Yu/Cardona, Fundamentals of Semiconductors, Springer Verlag
- \* K. Seeger, Semiconductor Physics, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York
- \* Weissbuch/Winter, Quantum Semiconductor Structures, Academic Press Inc.
- \* Ashcroft/Mermin, Solid State Physics, Holt-Saunders, New York

\* Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons

\* Hauig, Koch, Quantum theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors,  
World Scientific

---

|                                      |                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 372901 Vorlesung Halbleiterphysik I</li><li>• 372902 Übung Halbleiterphysik I</li><li>• 372903 Vorlesung Halbleiterphysik II</li><li>• 372904 Übung Halbleiterphysik II</li></ul> |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | Halbleiterphysik I: 134 h (Contact time: 32 h; self study: 102 h)                                                                                                                                                         |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"><li>• 37291 Semiconductor Physics (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li></ul>                     |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                           |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                           |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                           |

---

## Modul: 36010 Simulation Methods in Physics

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081800013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Christian Holm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Maria Fyta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodule<br/>→ Physikalisches Wahlmodul</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodule<br/>→ Physikalisches Wahlmodul</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung</p> <p>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br/>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fundamental Knowledge of theoretical and experimental physics, in particular Thermodynamics and Statistical Physics.</li> <li>Unix basics</li> <li>Basic Programming skills in C and Python</li> <li>Basics of Numerical Mathematics</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <p>The goal is to obtain a thorough understanding of numerical methods for simulating physical phenomena of classical and quantum systems. Afterward, the participants shall be able to autonomously apply simulation methods to a given problem. The tutorials also support media- and methodological skills.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <p><b>Simulation Methods in Physics 1 (2 SWS Lecture + 2 SWS Tutorials in Winter Term)</b></p> <p>Homepage (Winter Term 2014/2015):<br/> <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_I_WS_2014">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_I_WS_2014</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>History of Computers</li> <li>Finite-Element-Method</li> <li>Molecular Dynamics (MD) <ul style="list-style-type: none"> <li>Integrators</li> <li>Different Ensembles: Thermostats, Barostats</li> <li>Observables</li> </ul> </li> <li>Simulation of quantum mechanical problems <ul style="list-style-type: none"> <li>Solving the Schrödinger equation</li> <li>Lattice models, Lattice gauge theory</li> </ul> </li> <li>Monte-Carlo-Simulations (MC)</li> <li>Spin Systems, Critical Phenomena, Finite Size Scaling</li> <li>Statistical Errors, Autocorrelation</li> </ul> |                |                         |

## Simulation Methods in Physics 2 (2 SWS Lecture in Summer Term)

Homepage (SS 2014): [http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation\\_Methods\\_in\\_Physics\\_II\\_SS\\_2014](http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_II_SS_2014)

- Ab-initio MD
- Advanced MD methods
- Implicit solvent models
- Hydrodynamic interactions
- Electrostatic interactions
- Coarse-graining
- Advanced MC methods
- Computing free energies

If desired, you can attend to the lab 04563 "Simulation Methods in Practice" of the MSc Module "Advanced Simulation Methods" in parallel to this lecture, which then counts as preponed course from the MSc module.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Literatur:                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenkel, Smit, „Understanding Molecular Simulations“, Academic Press, San Diego, <b>2002</b>.</li> <li>• Allen, Tildesley, „Computer Simulation of Liquids“. <i>Oxford Science Publications</i>, Clarendon Press, Oxford, <b>1987</b>.</li> </ul>                                                             |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 360101 Vorlesung Simulationsmethoden in der Physik I</li> <li>• 360102 Vorlesung Simulationsmethoden in der Physik II</li> <li>• 360103 Übung Simulationsmethoden in der Physik I</li> </ul>                                                                                                                  |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture "Simulation Methods in Physics 1":<br/>28h Attendance, 56h Home work</li> <li>• Tutorials "Simulation Methods in Physics 1":<br/>28h Attendance, 68h Doing the Exercises</li> <li>• Lecture "Simulation Methods in Physics 2":<br/>28h Attendance, 62h Home work</li> </ul> <p><b>Total: 270h</b></p> |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 36011 Simulation Methods in Physics (PL), mündliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 50% der Punkte bei den Übungen zur Vorlesung „Simulationsmethoden in der Physik 1“</li> </ul>                                                        |
| 18. Grundlage für ... :              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 28410 Fortgeschrittene Simulationsmethoden (Schwerpunkt)</li> <li>• 56160 Advanced Simulation Methods</li> </ul>                                                                                                                                                                                              |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 20. Angeboten von:                   | Institut für Computerphysik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## Modul: 31410 Solid State Spectroscopy

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081400311                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Moduldauer: | 1 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, SoSe |
| 4. SWS:                                             | 6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Dr. Markus Lippitz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Bernhard Keimer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundlagen der Festkörperphysik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Kenntnisse experimenteller Methoden zur Untersuchung kondensierter Materie.</li> <li>• Verknüpfung relevanter theoretischer und experimenteller Konzepte.</li> <li>• Kommunikationsfähigkeit und Methodenkompetenz bei der Anwendung von Fachwissen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Light sources: black body radiation, discharge lamps, LASERS, synchrotrons and free electron lasers</li> <li>• Spectral analysis of light: monochromators, filters and interferometers</li> <li>• Interaction of light with matter: dielectric constants and linear response, Kramers Kronig relations, ellipsometry, dipole approximation and selection rules</li> <li>• Important spectroscopic tools: Raman scattering, IR spectroscopy, UPS and XPS, AUGER, XAS, XMCD, EELS</li> <li>• Combination of neutron and X-ray scattering: X-ray scattering: non-resonant and resonant</li> <li>• Thin film analysis: X-ray and neutron reflectivity</li> <li>• Magnetic resonance spectroscopy: NMR and ESR</li> <li>• Nuclear spectroscopy: Mößbauer spectroscopy, <math>\mu</math>SR, PAC</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuzmany, Solid-State Spectroscopy, Springer</li> <li>• Haken/Wolf, The physics of atoms and quanta, Springer</li> <li>• Hüfner, Photoelectron spectroscopy, Springer</li> <li>• Bransden/Joachain, Physics of Atoms and Molecules, Prentice Hall</li> <li>• Ashcroft/Mermin: Solid State Physics, Cengage Learning Services</li> <li>• Hecht, Optics, Addison-Wesley Longman</li> <li>• Henderson/Imbusch, Optical spectroscopy of Inorganic Solids, Oxford Science</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 314101 Lecture Solid State Spectroscopy</li> <li>• 314102 Exercise Solid State Spectroscopy</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <u>Vorlesung</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzstunden: 3h (4 SWS) * 14 Wochen = 42 h</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |

- Vor- und Nachbereitung: 4.5 h pro Woche = 63 h

#### Übung

- Präsenzstunden: 1,5h (2 SWS) \* 14 Wochen = 21 h
- Vor- und Nachbereitung: 6 h pro Woche = 84 h

Prüfung inkl. Vorbereitung: 60 h

**Summe: 270 h**

|                                 |                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 31411 Solid State Spectroscopy (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 30 Min.</li></ul> |
| 18. Grundlage für ... :         |                                                                                                                                                                                                              |
| 19. Medienform:                 | Tafelanschrieb, Folien                                                                                                                                                                                       |
| 20. Angeboten von:              | Max-Planck-Institut für Festkörperforschung                                                                                                                                                                  |

## Modul: 41400 Spontaneous Symmetry Breaking and Field -theory

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082100319                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Alejandro Muramatsu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alejandro Muramatsu</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Theoretische Physik I bis IV, sowie Fortgeschrittene Vielteilchentheorie für die Vertiefungsveranstaltung im SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis feldtheoretischer Methoden der statistischen Physik sowie gemeinsamer methodischer Aspekte in der Theorie der Phasenübergänge und Hochenergiephysik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | Vorlesung: Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory I <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phenomenology of spontaneous symmetry breaking</li> <li>• Landau theory of spontaneous symmetry breaking</li> <li>• Mean-field theory</li> <li>• Introduction to renormalization group theory</li> <li>• Exact solution of the two dimensional Ising model</li> </ul> Vorlesung: Spontaneous Symmetry Breaking and Field Theory II <ul style="list-style-type: none"> <li>• Field-theory, vertex functions, and symmetry breaking</li> <li>• Continuous symmetries and Goldstone's theorem</li> <li>• Mermin-Wagner theorem</li> <li>• Loop expansion and renormalization</li> <li>• Epsilon-expansion and the non-linear sigma model</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amit: Field Theory, the Renormalization Group and Critical Phenomena</li> <li>• Itzykson - Drouffe: Statistical field-theory</li> <li>• Zinn-Justin: Quantum Field Theory and Critical Phenomena</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 414001 Vorlesung Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie I</li> <li>• 414002 Übung Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie I</li> <li>• 414003 Vorlesung Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie II</li> <li>• 414004 Übung Spontane Symmetriebrechung und Feldtheorie II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <b><u>Vorlesung:</u></b><br>Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42h<br>Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h<br><br><b><u>Übungen:</u></b><br>Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |



Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h

Prüfung inkl. Vorbereitung = 60h

**Gesamt: 270h**

- 
- |                                 |                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 41401 Spontaneous Symmetry Breaking and Field -theory (PL),<br/>schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li></ul> |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 28620 Stochastic Dynamics I + II

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 082110320                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7. Sprache:    | Englisch                |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Hans Peter Büchler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Felix Höfling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Theoretische Physik I - IV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | Students master the basic concepts and techniques of stochastic dynamics for modelling processes in physics, chemistry and biology.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Review of probability theory and stochastic processes: random variables; analysis of stationary data.</li> <li>• Basic equations for stochastic processes: Markov processes, the Master Equation, the Fokker-Planck equation, the Langevin Equation</li> <li>• Detailed balance and stationary non-equilibrium states</li> <li>• Driven systems</li> <li>• Dynamics: temporal correlations, linear response and fluctuation-dissipation theorem</li> <li>• Non-equilibrium thermodynamics: entropy production, Jarzynski relations and fluctuations theorems</li> <li>• Master equation: examples and treatments, connection with the Monte Carlo simulation methods</li> <li>• Applications: evolutionary dynamics, chemical reactions, dynamic phase transitions in driven lattice gases</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Honerkamp: Stochastic Dynamical Systems: Concepts, Numerical Methods, Data Analysis", Wiley, 1994</li> <li>• van Kampen: "Stochastic processes in physics and chemistry", Elsevier, 1992</li> <li>• Gardiner: "Handbook of stochastic methods for physics, chemistry and the natural sciences", Springer, 2004</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                         |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 286201 Vorlesung Stochastic Dynamics I</li> <li>• 286202 Übung Stochastic Dynamics I</li> <li>• 286203 Vorlesung Stochastic Dynamics II</li> <li>• 286204 Übung Stochastic Dynamics II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                         |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     | <p><b>Vorlesung:</b><br/>           Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b>Übungen:</b><br/>           Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h<br/>           Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                         |

---

Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h

**Gesamt: 270 h**

- 
- |                                 |                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | <ul style="list-style-type: none"><li>• 28621 Stochastic Dynamics I + II (PL), mündliche Prüfung, 60 Min.,<br/>Gewichtung: 1.0</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 60 Min.</li></ul> |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 41330 Superconductivity

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081100312                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5. Moduldauer: | 2 Semester              |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 9.0 LP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6. Turnus:     | jedes 2. Semester, WiSe |
| 4. SWS:                                             | 3.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7. Sprache:    | Deutsch                 |
| 8. Modulverantwortlicher:                           | Univ.-Prof. Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                         |
| 9. Dozenten:                                        | Martin Dressel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | B.Sc. Physik, PO 2011, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>B.Sc. Physik, PO 2012, 5. Semester<br>→ Vorgezogene Master-Module<br>M.Sc. Physik, PO 2010, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung<br>M.Sc. Physik, PO 2011, 1. Semester<br>→ Wahlpflichtmodul Ergänzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                         |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     | Grundkurse des BSc-Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                         |
| 12. Lernziele:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse im Bereich der kondensierten Materie bzw. der Materialwissenschaften und deren elektronischen Eigenschaften. Sie sind in der Lage, die in Studien erlangten Kenntnisse in Elektrodynamik, Thermodynamik und Quantenmechanik auf das spezifische Problem der Supraleitung anzuwenden.</li> <li>• Sie können grundlegende festkörperphysikalischer Messmethoden diskutieren.</li> <li>• Sie kennen die aktuellen Forschungsbereiche und sind in der Lage, sich zu spezialisieren und auf die Masterarbeit im Bereich der experimentellen oder theoretischen Festkörperphysik vorzubereiten.</li> </ul>  |                |                         |
| 13. Inhalt:                                         | <b>Supraleitung 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomenologie</li> <li>• Thermodynamische, elektronische und magnetische Eigenschaften</li> <li>• Theoretische Modelle (London-, Ginzburg-Landau-Theorie)</li> <li>• Typ-II Supraleiter</li> <li>• BCS-Theorie</li> <li>• Josephson-Effekte</li> <li>• Anwendungen der Supraleitung</li> </ul> <b>Supraleitung 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suprafluidität</li> <li>• Unkonventionelle Supraleitung: Hochtemperatursupraleitung, Organische Supraleitung, Supraleitung und Magnetismus; theoretische Modelle, experimentelle Beobachtungen</li> <li>• Nanostrukturierte Supraleiter, dünne Filme Supraleiter</li> </ul> |                |                         |
| 14. Literatur:                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Buckel / R. Kleiner: Supraleitung, VCH Weinheim</li> <li>• M. Tinkham: Introduction to Superconductivity, McGraw-Hill, New York</li> <li>• J. F. Annett: Superconductivity, Superfluids and Condensates, Oxford University Press</li> <li>• J. R. Schrieffer: Theory of Superconductivity, Addison-Wesley, Redwood City</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                         |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• J.B. Ketterson / S.N. Song, Superconductivity, Cambridge University Press</li> <li>• K.H. Bennemann / J.B. Ketterson (Eds.), The Physics of Superconductors, Vol. I and II, Springer-Verlag Berlin</li> <li>• Burns: High-Temperature Superconductivity: An Introduction, Academic Press</li> <li>• Lynn/Allen: High-Temperature Superconductivity, Springer-Verlag</li> <li>• Ishiguro/Yamaji/Saito: Organic Superconductors, Springer-Verlag</li> </ul> |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 413301 Vorlesung Supraleitung I</li> <li>• 413302 Übung Supraleitung I</li> <li>• 413303 Vorlesung Supraleitung II</li> <li>• 413304 Übung Supraleitung II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:      | <p><b>Vorlesung:</b><br/> Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42h<br/> Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84h</p> <p><b>Übungen:</b><br/> Präsenzstunden: 0,75h (1 SWS) * 28 Wochen = 21h<br/> Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h<br/> Prüfung inkl. Vorbereitung = 60h</p> <p><b>Gesamt: 270h</b></p>                                                                                                                                                       |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 41331 Superconductivity (PL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 18. Grundlage für ... :              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 19. Medienform:                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 20. Angeboten von:                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## Modul: 80560 Masterarbeit Physik

|                                                     |           |                |                |
|-----------------------------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| 2. Modulkürzel:                                     | 081200002 | 5. Moduldauer: | 2 Semester     |
| 3. Leistungspunkte:                                 | 30.0 LP   | 6. Turnus:     | jedes Semester |
| 4. SWS:                                             | 0.0       | 7. Sprache:    | Deutsch        |
| 8. Modulverantwortlicher:                           |           |                |                |
| 9. Dozenten:                                        |           |                |                |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: |           |                |                |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen:                     |           |                |                |
| 12. Lernziele:                                      |           |                |                |
| 13. Inhalt:                                         |           |                |                |
| 14. Literatur:                                      |           |                |                |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen:                |           |                |                |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand:                     |           |                |                |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name:                     |           |                |                |
| 18. Grundlage für ... :                             |           |                |                |
| 19. Medienform:                                     |           |                |                |
| 20. Angeboten von:                                  |           |                |                |