

Modulhandbuch Master of Science Physics (Es gibt auch eine englische Lesefassung.)

Studiengangsziele

Von Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Physik wird erwartet, dass sie folgende Fertigkeiten und Kompetenzen besitzen:

- Sie haben ihre mathematisch-naturwissenschaftlichen Kenntnisse vertieft, den Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge sowie solche mit den Nachbardisziplinen erweitert und sich auf einem Spezialgebiet der Physik so spezialisiert, dass sie Anschluss an die aktuelle, internationale Forschung finden können.
- Sie haben ihr Wissen beispielhaft auch an komplexen physikalischen Problemen und Aufgabenstellungen eingesetzt, um diese auf einer wissenschaftlichen Basis zu analysieren, zu formulieren und möglichst weitgehend zu lösen.
- Sie 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).
- Sie haben in ihrem Studium fachübergreifende, methodische, kommunikative und organisationale Schlüsselkompetenzen erlangt.
- Sie haben in der einjährigen Forschungsphase die Fähigkeit erworben, sich in ein beliebiges technisch-physikalisches 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.
- Sie haben in der Forschungsphase erlernt das notwendige Durchhaltevermögen zu besitzen, um in Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit Fehlschlägen, unerwarteten Schwierigkeiten und Verzögerungen umzugehen und ggf. mit modifizierter Strategie dennoch zum Ziel zu kommen.
- Sie sind in der Lage, auch fernab des im Masterstudiums vertieften Spezialgebietes beruflich tätig zu werden und dabei ihr physikalisches Grundwissen zusammen mit den erlernten wissenschaftlichen Methoden und Problemlösungsstrategien einzusetzen.
- Sie 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.
- Sie 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 (Deutsche Forschungsgemeinschaft 2013).
- Sie sind sich ihrer Verantwortung gegenüber der Gesellschaft bewusst und reflektieren ihr berufliches Handeln kritisch in Bezug auf gesellschaftliche Erwartungen und Folgen. Sie sind prinzipiell bereit, ihr Wissen und ihre Fähigkeiten in gesellschaftlich relevante Handlungszusammenhänge einzubringen.

Übersicht Module

PMP 1	Advanced Lab (Master)	9 c
PMP 2	Experimental Physics Seminar	5 c
PMP 3	Theoretical Physics Seminar	5 c
PMP 4	Spezialisaton in scientific area	15 c
PMP 5	Methodological expertise and Project Planning	15 c
PMWT 1	Theoretical Solid State Physics	8 c
PMWT 2	Quantenmechanik II	8 c
PMWT 3	Computational Physics	5 c
PMWT 4	Reviews of Modern Theoretical Physics	5 c
PMWT 5	Advanced Methods in Theoretical Physics	5 c
PMWE 1	Applied Semiconductor Physics	6 c
PMWE 2	Semiconductor Laser	6 c
PMWE 3	Ultrashort Laserpulses and their Applications	8 c
PMWE 4	Surface Science	4 c
PMWE 5	Molecular Physics and Spectroscopy I	6 c
PMWE 6	Nano Scale Quantum Optics	6 c
PMWE 7	Seminar Astrophysics anc Cosmology	5 c
PMWE 8	General Theory of Relativity and Cosmology	5 c
PMWE 9	Molecular Physics and Spectroscopy II	6 c
PMWE 10	Physics with Synchrotron Radiation	3 c
PMWE 11	Thin Film Physics	3 c
PMWE 12	Advanced Nano Scale Quantum Optics	6 c
PMWS 1	Additive Key Competencies	3 bis 12 c
PMWS 2	Non-physical Elective Moduls	5 bis 12 c
PMWS 3	Occupational Internship	8 bis 12 c
PMP 6	Master's Degree Module	30 c

Modulname	PMP 1 Advanced Lab (Master)
Art	Pflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können die Funktion von komplexen Messapparaturen überschauen und diese sicher bedienen. ... können komplexe Messaufbauten justieren und für die Messung optimieren. ... kennen Strategien, um in komplexen Messprozessen sicherzustellen, dass die Messung fehlerfrei funktioniert. ... haben Erfahrungen mit der Suche nach Fehlern u. Störungen in komplexen Messprozessen gesammelt. ... beherrschen die Auswertung von Messwerten, Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse auch für komplexere Messungen. <p>Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in folgenden Bereichen erworben: Methoden: Sie können einen Bericht zu ihren Messungen verfassen, der Grundlagen, experimentellen Aufbau, experimentelle Ergebnisse und Schlussfolgerungen nach wissenschaftlichen Kriterien präsentiert.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Pi (6 SWS)
Lehrinhalte	<p>6 Versuche darunter z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Messung ultrakurzer Laserpulse durch Autokorrelationstechnik - Magnetisierungen dünner magnetischer Schichtsysteme - Akustische Quantensimulation zur Rastertunnelmikroskopie und -spektroskopie. - Charakterisierung von nanostrukturierten Oberflächen mit Rasterelektronen- und Rasterkraftmikroskopie (z.B. Halbleiterquantenpunktstrukturen) - Optische Charakterisierung von Halbleiternanostrukturen mittels Tieftemperatur-Photolumineszenz- und Absorptionsspektroskopie - Untersuchung der Transporteigenschaften von nanostrukturierten Halbleiterdioden (z.B. Doppelbarrieren-Tunnelndiode). - Röntgenstrukturanalyse von nanostrukturierten Halbleiterkristallen - Nanostrukturierung z.B. mit hochauflösender Elektronenstrahlolithographie und Trockenätzverfahren oder mit Rastertunnelverfahren. - Treibhauseffekt: Spektroskopie atmosphärischer Spurengase - Hochauflösende Rotationsspektroskopie an Ammoniak
Titel Lehrveranstaltungen	Fortgeschrittenenpraktikum MA
Lehr- und Lernformen	Praktikum mit 6 Versuchen für jeweils 1-2 Tage, experimentelles Arbeiten im Labor
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jedes Semester
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 90 h, Selbststudium: 90 h, gesamt: 180 h
Studienleistungen	Erfolgreiche Durchführung aller Versuche incl. Kolloquium und Bericht zu jedem Versuch
Prüfungsleistungen	Keine
Credits	6 c (davon 1 c für integrierte Schlüsselkompetenzen)
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Reithmaier
Lehrende	Baumert, Ehresmann, Giesen, Matzdorf, Reithmaier, Singer
Medienformen	Versuchsanleitungen zu jedem Versuch
Literatur	Wird zu jeden einzelnen Versuch separat ausgegeben

Module title	PMP2 Experimental Physics Seminar
Module type	Wahlpflicht / Required elective module
Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>... sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Experimentalphysik, das z. T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren.</p> <p>... sind in der Lage, sich ein aktuelles Wissensgebiet selbständig zu erarbeiten.</p> <p>... können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Experimentalphysik so strukturieren und halten, dass ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann. Durch die Gestaltung des Vortrags können sie die Zuhörer auch für ein komplexes Spezialthema interessieren.</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz</p> <p>... sind in der Lage, eine ansprechende Präsentation zu erstellen.</p> <p>... sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen (über das eigene Thema genauso wie über die Themen der anderen Seminarteilnehmer).</p> <p>... beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede</p> <p>Students</p> <p>... are able to investigate independently literature for a given, up-to-date issue out of modern experimental physics, which can partly be a subject matter for research</p> <p>... are able to prepare independently a current field of knowledge</p> <p>... are able to structure and give a lecture about a complex issue out of modern experimental physics, so that a sophisticated audience can follow easily. Through the structure of their talk, students can produce interest in the audience for a complex special topic.</p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>Communication competency:</u></p> <p>... are able to create an attractive presentation.</p> <p>... are able to lead a scientific discussion (about their own topic as well as about the topics of the remaining participants of the seminar).</p> <p>... are able to orally cope with the scientific language in German and English</p>
Types of courses, contact hours	S 2 SWS ("Hauptseminar")
Contents	Talks about changing complex issues of modern experimental physics
Course titles	Experimental Physics Seminar: Femtosecond Spectroscopy in Physics, Biology, Chemistry and Engineering
Teaching methods	Seminar talks with scientific discussion
Applicability	M.Sc. Nanoscience
Duration	one semester
Frequency	annually in winter semester
Language	English / German
Recommended Skills	none
Prerequisites for participation	Keine / none
Students workload	Präsenzzeit: 2h x 15 = 30 h, Selbststudium: 120 h, Summe = 150h Contact time: 2 h x 15 = 30 h, Independent studies: 120 h, Sum = 150 h
Course projects / nongraded learning assignments (Studienleistungen)	Keine / none
Prerequisites for admission to examination	Keine / none
Examination	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 30 – 60 min) Seminar talk with scientific discussion (in total 30 – 60 min)
Number of credits	5 C (davon 2 C für integrierte Schlüsselkompetenzen) 5 C (including 2 C for integrated key competencies)
Lehreinheit	Physik
Responsible coordinator	Baumert
Lecturer(s)	Baumert
Media	Projector presentation
Literature	Recommendations for the access in literature investigations will be provided for each topic.

Modulname	PMP 3 Theoretical Physics Seminar
Art	Pflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <p>... sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Theoretischen Physik, das z. T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren.</p> <p>... können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Theoretischen Physik so strukturieren und halten, dass ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann. Durch die Gestaltung des Vortrags können sie die Zuhörer auch für ein komplexes Spezialthema interessieren.</p> <p>Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in folgenden Bereichen erworben:</p> <p><u>Kommunikation:</u> Sie sind in der Lage, eine ansprechende Präsentation zu einem theoretischen Thema zu erstellen. Sie beherrschen die englische Fachsprache in freier Rede. Sie sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen (über das eigene Thema genauso wie über die Themen der anderen Seminarteilnehmer).</p> <p><u>Methoden:</u> Sie können sich ein aktuelles Wissensgebiet selbständig zu erarbeiten.</p>
Lehrveranstaltungsarten	S (2 SWS)
Lehrinhalte	Vorträge zu wechselnden Themen der Theoretischen Physik
Titel Lehrveranstaltungen	Theorieseminar
Lehr- und Lernformen	Seminarvorträge mit wissenschaftlicher Diskussion
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jährlich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 75 h, Selbststudium: 75 h, gesamt: 150 h
Studienleistungen	Keine
Prüfungsleistungen	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 30-60 min)
Credits	5 c (davon 2 c für integrierte Schlüsselkompetenzen)
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Pastor
Lehrende	Garcia, Koch, Pastor
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation
Literatur	Empfehlungen zum Einstieg in die Literaturrecherche werden für jedes Thema zur Verfügung gestellt.

Modulname	PMP 4 Spezialisierung in scientific area
Art	Pflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <p>... können sich in ein neues Forschungsgebiet selbständig einarbeiten.</p> <p>... können sich einen Überblick über die Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen.</p> <p>... können aufgrund der fachlichen Tiefe und Breite der erworbenen Kompetenzen zukünftige Probleme, Technologien und wissenschaftliche Entwicklungen erkennen, einschätzen und in ihre Arbeit einbeziehen.</p> <p>... können im Falle einer experimentellen Arbeit die Funktion von komplexen Messapparaturen überschauen, diese sicher bedienen und komplexe Messaufbauten justieren und für die Messung optimieren.</p> <p>... können computergesteuerte Steuerung von Experimenten und Messdatenerfassung einsetzen und weiterentwickeln.</p> <p>... sind im Falle einer theoretischen Arbeit in der Lage, Teile von komplexen Computerprogrammen weiterzuentwickeln und neue Funktionen in die Programme einzubauen.</p> <p>... haben im Falle einer theoretischen Arbeit Erfahrungen mit der Suche nach Fehlern bei der Entwicklung von Computerprogrammen in der theoretischen Physik erworben.</p> <p>... können im Falle einer theoretischen Arbeit Computeralgebra einsetzen, um komplexe theoretische Ansätze zu lösen.</p> <p>Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in folgenden Bereichen erworben:</p> <p>Kommunikation: Sie können im Team problemlos auf Deutsch und Englisch kommunizieren. Sie können sich in ein Forscherteam integrieren und auch in internationalen zusammengesetzten Forschergruppen arbeiten. Sie haben sich soziale Kompetenzen angeeignet, um sich in ein (internationales) Forschungs- bzw. Entwicklungsteam einzugliedern.</p> <p>Methoden: Sie sind in der Lage, sich in die Messmethoden oder theoretischen Konzepte eines Forschungsgebietes einzuarbeiten.</p> <p>Organisation: Sie sind in der Lage, in Zusammenarbeit mit Technikern und Ingenieuren Geräte zu konstruieren, die bestimmte Funktionen in einem komplexen Messprozess übernehmen. Sie kennen Strategien, um in komplexen Messprozessen sicherzustellen, dass die Messung fehlerfrei funktioniert und verfügen über Erfahrungen mit der Suche nach Fehlern u. Störungen in komplexen Messprozessen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	individuelle Betreuung (ca. 1h pro Woche)
Lehrinhalte	je nach Forschungsprojekt
Titel Lehrveranstaltungen	Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten
Lehr- und Lernformen	Anleitung zum wiss. Arbeiten, Laborarbeit, wiss. Vorträge, Diskussionen, Präsentationen
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jedes Semester
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Moduleilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Tätigkeiten im Umfang von 450 h überwiegend in der Universität (Labor/Arbeitsplatz)
Studienleistungen	Keine
Prüfungsleistungen	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 30-60 min)
Credits	15 c (davon 5 c für integrierte Schlüsselkompetenzen)
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Alle Professorinnen und Professoren des Instituts für Physik
Lehrende	Alle Dozenten des Instituts für Physik
Medienformen	Laboreinrichtung, Beamer, Tafel
Literatur	Fachliteratur je nach Forschungsprojekt

Modulname	PMP 5 Methodological Expertise and Project Planning
Art	Pflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können sich einen Überblick über Fachliteratur eines Forschungsprojekt verschaffen. ... beherrschen die Bedienung komplexer Messapparaturen oder können umfangreiche Computerprogramme einsetzen, um Probleme numerisch zu lösen. ... können aufgrund der fachlichen Tiefe u. Breite der erworbenen Kompetenzen zukünftige Probleme, Technologien u. wissenschaftliche Entwicklungen erkennen, einschätzen und in ihre Arbeit einbeziehen. ... haben ein tiefgehendes Verständnis von mathematischen Prinzipien und deren Anwendung auf experimentelle Beobachtungen erlangt. <p>Studierende mit experimentellem Schwerpunkt</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können Funktionen komplexer Messaufbauten überschauen, diese justieren, für die Messung optimieren und sicher bedienen. ... kennen Strategien, um in komplexen Messprozessen sicherzustellen, dass die Messung fehlerfrei funktioniert und verfügen über Erfahrungen mit der Fehlersuche in komplexen Messprozessen. <p>Studierende mit theoretischem Schwerpunkt</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können komplexe Computerprogramme aus der theoretischen Physik einsetzen, um offene Fragen der aktuellen Forschung zu beantworten. ... sind in der Lage, Teile von komplexen Computerprogrammen weiterzuentwickeln und neue Funktionen in die Programme einzubauen und sind mit Strategien vertraut, um zu testen, ob komplexe Computerprogramme fehlerfrei funktionieren. ... haben Erfahrungen mit der Suche nach Fehlern bei der Entwicklung von Computerprogrammen in der theoretischen Physik erworben. ... können die Genauigkeit der berechneten Ergebnisse in Hinblick auf die gemachten Näherungen und eingesetzten numerischen Verfahren richtig einschätzen. ... können Computeralgebra einsetzen, um komplexe theoretische Ansätze zu lösen. <p>Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in folgenden Bereichen erworben:</p> <p>Kommunikation: Sie können sich in Forscherteams integrieren und auch in international zusammengesetzten Gruppen arbeiten. können einen wissenschaftlichen Vortrag halten und ihre eigenen Ergebnisse im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft auf dem Gebiet darstellen. können eine Posterpräsentation erstellen und ihre Resultate wiss. diskutieren. können im Team problemlos auf Deutsch und Englisch kommunizieren. Sie können in einer wissenschaftlichen Diskussion auch mit kritischen Fragen umgehen und ihre eigenen Resultate fundiert vertreten.</p> <p>Methoden: Sie handeln nach Regeln guter wissenschaftlicher Praxis. Sie können sich in ein neues Forschungsgebiet selbständig einarbeiten. Sie sind in der Lage, sich in die Messmethoden oder theoretischen Konzepte eines Forschungsgebietes einzuarbeiten.</p> <p>Organisation: Sie haben sich auf die Übernahme von Führungsverantwortung vorbereitet. Sie können selbständig wiss. arbeiten, komplexe Projekte organisieren und durchführen. Sie sind in der Lage, in Zusammenarbeit mit Technikern und Ingenieuren Geräte zu konstruieren, die bestimmte Funktionen in einem komplexen Messprozess übernehmen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	individuelle Betreuung (ca. 1h pro Woche)
Lehrinhalte	je nach Forschungsprojekt
Titel Lehrveranstaltungen	Anleitung zum wiss. Arbeiten
Lehr- und Lernformen	Anleitung zum wiss. Arbeiten, Laborarbeit, wiss. Vorträge, Diskussionen, Präsentationen
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jedes Semester
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Tätigkeiten im Umfang von 450 h überwiegend in der Universität (Labor/Arbeitsplatz)
Studienleistungen	Keine
Prüfungsleistungen	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 30-60 min)
Credits	15 c (davon 5 c für integrierte Schlüsselkompetenzen)
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Alle Professorinnen und Professoren des Instituts für Physik

Lehrende	Alle Dozenten des Instituts für Physik
Medienformen	Laboreinrichtung, Beamer, Tafel
Literatur	Fachliteratur je nach Forschungsprojekt

Modulname	PMWT 1 Theoretical Solid State Physics
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <p>... sind in der Lage, konkrete Aufgaben aus der theoretischen Festkörperphysik mathematisch zu formulieren und zu lösen.</p> <p>... können geeignete Rechentechniken zur Lösung von Problemen einsetzen.</p> <p>... sind in der Lage, analytische Lösungswege für physikalische Probleme zu finden und auszuführen.</p> <p>... sind in der Lage, beim Lösungsansatz geeignete Näherungen zu machen.</p> <p>... sind mit der Bearbeitung von Beispielaufgaben aus der theoretischen Festkörperphysik vertraut.</p> <p>... kennen die prominenten Beispiele aus der theoretischen Festkörperphysik und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen.</p> <p>... sind in der Lage, selbständig ihr Wissen in der theoretischen Festkörperphysik zu erweitern und sich hierfür geeignete Literatur zu beschaffen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS), Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Translationssymmetrien. Bloch-Theorem in 1D. Schwach periodisches Potential: Lösung der Schrödinger-Gleichung. Kristallstruktur: Bravais-Gitter, Richtungen und Ebenen in Kristallen. Das reziproke Gitter: Fourier-Analyse, Brillouin-Zone. Bloch-Theorem in 3D. Tight-Binding-Näherung. Zustandsdichte und Green-Funktionen: Rekursionsmethode. Fermi-Fläche und Bandstrukturen von Metallen, Halbleitern und Halbmetallen. Oberflächen. Ungeordnete Systeme. Zweite Quantisierung: Bosonen und Fermionen. Dichteoperator. Das Elektronengas. Die Hartree-Fock-Näherung. Phononen. Phonon-Phonon-Wechselwirkung. Elektron-Phonon-Wechselwirkung. Fröhlich-Hamiltonian. Supraleitung: das Cooper-Problem, BCS-Theorie. Magnetismus: die Stoner-Theorie, der Hubbard-Hamiltonoperator, Molekularfeld-Näherungen, Antiferromagnetismus, Magnonen. Halbleiter: Exzitonen, Bloch-Gleichungen. Der Kondo-Effekt. Der Quanten-Hall-Effekt. Ladungstransport: der Kubo-Formalismus, die Boltzmann-Gleichung. Spintronics. Physik von Nanostrukturen.</p>
Titel Lehrveranstaltungen	Theoretische Festkörperphysik
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übung
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jedes Semester
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Studienleistung
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 150h, Gesamt: 240h
Studienleistungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistungen	Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Credits	8 c
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Pastor
Lehrende	Garcia, Koch, Pastor
Medienformen	Tafel
Literatur	<p>Czycholl: Theoretische Festkörperphysik; Grosso/Pastori Parravicini: Solid State Physics; Haken: Quantenfeldtheorie des Festkörpers; Kittel: Introduction to Solid State Physics; Kittel: Quantum Theory of Solids; Nashcroft/Mermin: Festkörperphysik; Nolting: Quanten, theorie des Magnetismus I und II; Ziman: Electrons and Phonons</p>

Modulname	PMWT 2 Quantum Mechanics II
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <p>... sind in der Lage, konkrete Aufgaben aus der fortgeschrittenen Quantenmechanik mathematisch zu formulieren und zu lösen.</p> <p>... können geeignete Rechentechniken zur Lösung von Problemen einsetzen.</p> <p>... sind in der Lage, analytische Lösungswege für physikalische Probleme zu finden und auszuführen.</p> <p>... sind in der Lage, beim Lösungsansatz geeignete Näherungen zu machen.</p> <p>... sind mit der Bearbeitung von Beispielaufgaben aus der fortgeschrittenen Quantenmechanik vertraut.</p> <p>... kennen prominente Beispiele aus der fortgeschrittenen Quantenmechanik und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen.</p> <p>... sind in der Lage, selbständig ihr Wissen in der fortgeschrittenen Quantenmechanik zu erweitern und sich hierfür geeignete Literatur zu beschaffen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS), Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Symmetrien in der Quantenmechanik: Äquivalente Darstellungen. Gruppeneigenschaften. Zeitentwicklung. Parallele Versetzung. Impuls. Darstellung der Drehgruppe. Drehimpulsoperator. Parität. Polare und axiale Vektoren. Auswahlregeln. Zeitumkehrinvarianz. Kramers-Entartung; zeitabhängige Störungstheorie: Wechselwirkungsbild. Dyson-Entwicklung. Konstante und harmonische Störungen. Resonanzbedingung. Fermis Goldene Regel. Identische Teilchen: Symmetrie der Wellenfunktion. Fermionen und Bosonen. Austauschwechselwirkung. He-Atom. Zweite Quantisierung. Hartree-Fock-Näherung.</p> <p>Weitere mögliche Themen: Näherungsmethoden für Vielteilchensysteme: Post-Hartree-Fock-Methoden. Grundbegriffe der Dichtefunktional-Theorie; Quantentheorie der elektromagnetischen Strahlung: Kanonische Quantisierung. Photonen. Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren. Emission und Absorption; Streutheorie: Zeitunabhängiger Formalismus. Lippmann-Schwinger-Gleichung. Bornsche Näherung. Optisches Theorem.; Zeitabhängiger Formalismus; Relativistische Quantenmechanik: Klein-Gordon und Dirac-Gleichung; Relativistische Kovarianz; Nichtrelativistischer Limes; Das Wasserstoffatom.</p>
Titel Lehrveranstaltungen	Quantenmechanik II
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übung
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jährlich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Studienleistung
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 90 h, Selbststudium: 150 h, gesamt; 240 h
Studienleistungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistungen	Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Credits	8 c
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Pastor
Lehrende	Garcia, Koch, Pastor
Medienformen	Tafel
Literatur	Messiah, Quantenmechanik 1 + 2; Landau/Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd. 3; Sakurai, Modern Quantum Mechanics + Advanced Quantum Mechanics; Bjorken und Drell, Relativistic Quantum Mechanics

Modulname	PMWT 3 Computational Physics
Art	Wahlpflicht / Required elective module
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <p>... haben ein grundlegendes Verständnis der numerischen Herangehensweise an Probleme der theoretischen Physik.</p> <p>... kennen wichtige numerische Methoden zur Lösung von Problemen aus der klassischen und Quantenmechanik sowie der statistischen Physik auf dem Computer.</p> <p>... haben Programmiererfahrung u. die Fähigkeit, moderne Computercluster zu benutzen.</p> <p>... verstehen Computerarchitekturen und haben Erfahrung in der Performance-Evaluation von Software.</p> <p>... können theoretisch formulierte Probleme in einen Computeralgorithmus umzusetzen.</p> <p>... haben praktische Erfahrungen in der Durchführung eines kleinen Projekt aus der computerorientierten, theoretischen Physik erworben (mathematischen Formulierung des Problems, Implementierung des Programms, Debuggen von Compiler- oder Run-time-Fehlern, Analyse der Ergebnisse).</p> <p>Students</p> <p>... Understand and apply the fundamental numerical implementation procedures in order to solve problems in theoretical physics by means of computers.</p> <p>... Knowledge of the most important numerical methods for solving problems in classical, quantum and statistical mechanics.</p> <p>... Acquire state of the art programming skills, good programming practices and an efficient use of high performance computer clusters, including experience with performance evaluation software..</p> <p>... Understand the current computer architectures.</p> <p>... Ability to implement a mathematically formulated theoretical problem in the form of computer algorithm.</p> <p>... First practical experience with a small theoretical problem from the mathematical formulation, over the Computer-program conception, its implementation and run-time, debugging up to the physical analysis of the numerical results.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS), Ü (1 SWS)
Lehrinhalte	<p>Introduction to the Fortran programming language. Use of Fortran compilers and the Unix operating system.</p> <p>Introduction to parallel programming: Computer architectures, parallelization strategies, performance evaluation, message passing interface, OpenMp, etc.</p> <p>A selection of the following subjects. The choice is made by the lecturer taking into account possible student interests so that a diverse and most instructive field is covered.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Numerical methods for solving optimisation problems (genetic algorithms, basin hopping, Metropolis Monte Carlo, parallel tempering Monte Carlo). 2) Numerical methods for quantum many-body lattice models (Lanczos- and Davidson-Methods). 3) Density functional theory with local basis sets. 4) Classical adiabatic and non-adiabatic molecular dynamics simulations. Langevin Dynamics. 5) Statistical Markov dynamics (Master equation, kinetic Monte Carlo). 6) Numerical methods for the description of non-adiabatic quantum dynamics. 7) Methods of numerical representation of dynamical quantum systems (discrete variable representation, Binary representation of spin systems). 8) Numerical solution of the time-dependent Schrödinger and Liouville von Neumann equations (orthogonal polynom propagator, Krylov-Space methods). Time-dependent density functional theory 9) Non-perturbative treatment of light-matter interactions . 10) Numerical Ansätze in optimal control theory (Gradient methods, Krotov-Method, etc.)
Titel Lehrveranstaltungen	Computational Physics Exercises on Computational Physics
Lehr- und Lernformen	Lecture, Exercises, practical work at desktop computers
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanoscience, M.Sc. Physik
Dauer	one Semester
Häufigkeit	every second year in summer semester
Sprache	English
Voraussetzungen empfohlen	None
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine / None
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Studienleistung / Course Project

Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 90h, Gesamt: 150h Contact hours: 4h x 15 = 60h, Independent studies: 90h, sum = 150h
Studienleistungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen Successful participation at exercises
Prüfungsleistungen	Entwicklung eines Computerprogramms zur numerischen Lösung eines einfachen Problems von physikalischem oder numerischem Interesse aus den in der Vorlesung behandelten Themen. Schriftlicher Bericht über Algorithmus inklusive Ergebnisanalyse oder Kurzvortrag im Rahmen eines Seminars inkl. wissenschaftlicher Diskussion. Development of a computer program for the numerical solution of a relatively simple problem having a clear physical and/or numerical interest. The actual problem is chosen by the student from a number of alternatives proposed by the lecturer, which are related to the subjects treated in the lectures. Included is a short written report on the problem, algorithm, and analysis of the results. Alternatively the written report may be replaced by an oral presentation in the framework of a seminar, which includes a scientific discussion.
Credits	5 c
Lehreinheit	Physik/Physics
Modulverantwortlicher	Pastor
Lehrende	Koch, Garcia, Pastor
Medienformen	Practical work at computers
Literatur	Subject dependent

Modulname	PMWT 4 Reviews of Modern Theoretical Physics
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <p>... haben ein grundlegendes Verständnis der mikroskopischen, physikalischen Schlüsselphänomenen in Atom-, Molekül-, Nanostruktur- und Festkörperphysik.</p> <p>... kennen wichtige Theorien der theoretischen Physik sowohl aus historischer Sicht wie hinsichtlich ihrer Bedeutung für die aktuelle Forschung.</p> <p>... verstehen zentrale experimentelle Beobachtungen, die zur Formulierung der jeweiligen Theorie geführt haben.</p> <p>... besitzen die Fähigkeit zur phänomenologischen Beschreibung physikalischer Fragestellungen und zur Interpretation theoretischer Ergebnisse.</p> <p>... können Observable identifizieren, deren Messung für die Beschreibung eines gegebenen physikalischen Phänomens notwendig sind.</p> <p>... können eine kritische Analyse theoretischer Vorhersagen und einen Vergleich mit dem Experiment zur Validierung des theoretischen Modells durchführen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS), Ü (1 SWS)
Lehrinhalte	Eine Auswahl aus den folgenden Themen (Nur ein Thema oder eine Kombination aus wenigen Themen kann innerhalb eines Semesters besprochen werden. Die Auswahl wird durch den/die Vorlesende getroffen, so dass über die Jahre ein breites Themenfeld abgedeckt werden kann): Relativistische Quantenmechanik; Supraleitung und Suprafluidität; Phasenübergänge und kritische Phänomene; Quantentheorie des Magnetismus; Theorie magnetischer Nanostrukturen; Phänomene starker Elektronenkorrelation in Festkörpern und Nanostrukturen; Elektronischer Transport durch Festkörper und Nanostrukturen Ultraschnelle Dynamik und nicht-thermische Phänomene; Theorie der Licht-Materie-Wechselwirkung; Einführung in die Quanteninformation; Einführung in die Quantenoptik; Offene Quantensysteme und Dekohärenz.
Titel Lehrveranstaltungen	Reviews of Modern Theoretical Physics / Aktuelle Fragestellungen der modernen theoretischen Physik
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übung
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jährlich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Studienleistung
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 60 h, Selbststudium: 90 h, gesamt: 150 h
Studienleistungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Credits	5 c
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Pastor
Lehrende	Garcia, Koch, Pastor
Medienformen	Tafel
Literatur	Wird je nach Thema bekannt gegeben

Modulname	PMWT 5 Advanced Methods in Theoretical Physics
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> - Beherrschen eines breiten Methodenspektrums der modernen theoretischen Physik einschließlich einer fundierten Übersicht über die wichtigsten universellen und historischen Techniken sowie Kenntnis der neuesten Methoden, die zum Verständnis aktueller Forschungsliteratur notwendig sind. - Erwerb der grundlegenden theoretischen Konzepte zum Verständnis komplexer Systeme (z.B. des Vielteilchenproblems, ungeordneter Systeme, Fluktuationen bei endlicher Temperatur, Dynamik, etc.). - Beherrschen der für die Anwendung in Atom-, Molekül-, Nanostruktur- und Festkörperphysik notwendigen fortgeschrittenen mathematischen Methoden. - Fähigkeit, den geeigneten mathematischen Lösungsansatz für ein Problem der fortgeschrittenen theoretischen Physik zu identifizieren. - Verständnis der Ziele und Limitierungen analytischer Methoden im Vergleich zur numerischen Herangehensweise, Fähigkeit, beide Ansätze zu kombinieren. - Fähigkeit, die Qualität einer theoretischen Arbeit einzuschätzen und deren Vorhersagen mit Experimenten zu verknüpfen.
Lehrveranstaltungsarten	VL3 SWS, Ü1 SWS
Lehrinhalte	<p>A representative list of the subjects to be covered follows. Typically one or at most two of them should be covered in one semester. The actual choice will be made by the lecturer in order to enrich the overall offer over the years.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Density-functional theory: From the foundations to current developments 2) Green's functions in solid state physics: single-particle theory, theory of disordered systems, non-equilibrium theory. 3) Many-body Green's functions in solid-state physics. 4) Theory of quantum and classical fields. 5) Advanced statistical mechanics of fields. 6) Theory of non-adiabatic quantum dynamics and optimal control. 7) Group theory: Mathematical background and applications to quantum physics 8) Functional integrals in quantum and statistical physics. 9) Density-matrix theory.
Titel der Lehrveranstaltungen	Advanced Methods in Theoretical Physics
Lehr- und Lernformen	Vortrag, Lehrgespräch, Einzel- und Gruppenarbeit, problembasiertes Lernen (PBL)
Verwendbarkeit des Moduls	M.Sc. Physik
Dauer	ein Semester
Häufigkeit (Frequenz)	jährlich
Sprache	Deutsch oder Englisch
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen)	None
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsanmeldung	Studienleistung
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 90h, Summe = 150h
Studienleistungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistungen	Klausur (2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min) Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Credits	5 c
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator	Pastor
Lehrende	Koch, Garcia, Pastor
Medienformen	Tafel
Literatur	Wird je nach Thema bekannt gegeben

Modulname	PMWE 1 Applied Semiconductor Physics
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben ein gründliches Wissen über grundlegende Halbleiterphysik erworben ... kennen die Prinzipien des Elektronentransports in Halbleitern ... kennen fundamentale Bausteine für elektronische und optoelektronische Bauelemente ... kennen die Herstellung und die Funktionsprinzipien der wichtigsten elektronischen und optoelektronischen Bauelemente einschließlich auf Quanteneffekten beruhender Bauteile und integrierter Schaltkreise ... werden in der quantitativen Lösung von praktischen Problemen trainiert <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Methodenkompetenz:: Training in der Präsentation von Lösungen an der Tafel vor einem Publikum</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... have acquired a thorough knowledge about fundamental semiconductor physics ... understand the principles of electron transport in semiconductors ... know about basic building blocks for electronic and optoelectronic devices ... know about fabrication and functioning of major electronic and optoelectronic devices including quantum effect devices and integrated circuits ... to be trained to solve practical problems quantitatively <p>Integrated key competencies:</p> <p>Methodic competency: Training to communicate solutions to the audience using a blackboard</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS), Ü (1 SWS)
Lehrinhalte	<p>Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repetition of basics in solid state physics from the point of view of semiconductors - Introduction in the fundamentals of semiconductors - Electronic and optical properties of semiconductors - Fabrication and properties of electronic and optoelectronic devices - Integration technologies for memories and processors - Static and dynamic behavior of devices - High power, microwave and high frequency applications - Quantum effect and nanostructured devices <p>Further keywords: reciprocal space, electronic bandstructure, carrier transport and scattering phenomena, light-matter interaction, doping, pn-junction, field-effect, Bipolar and MOS transistor, resonant tunneling diodes, thyristor, LED and laser, memory chip, integrated circuit</p> <p>Exercises</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repetition of deepening of lecture contents - Calculations of device characteristics, e.g., field distribution of pn-junction or I-V-curves for bipolar or field-effect devices
Titel Lehrveranstaltungen	Applied Semiconductor Physics
Lehr- und Lernformen	Exercises to Applied Semiconductor Physics
Verwendbarkeit	Lecture, exercise
Dauer	M.Sc. Nanoscience
Häufigkeit	one semester
Sprache	annually, in winter semester
Voraussetzungen empfohlen	English, lecture notes are also available in German
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Mindestens 60% der Übungen gelöst At least 60% of all exercises solved
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 60 h, Selbststudium: 120 h, gesamt: 180 h Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h, sum = 180 h
Studienleistungen	Erfolgreiche Teilnahme an Übungen

Prüfungsleistungen	Klausur (2-3 h) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt. Examination either written (2 h) or oral (30 min)
Credits	6 c (inkl. 1 C für int. Schlüsselkompetenzen) 6 c (including 1 C for integrated key competencies)
Lehreinheit	Physik/Physics
Modulverantwortlicher	Reithmaier
Lehrende	Reithmaier, Poppov
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - J.D. Jackson, "Klassische Elektrodynamik", Walter de Gryter, 1981. - Stephan Gasiorowicz, "Quantenphysik", Oldenburg-Verlag, 2. Aufl., 1981. - Charles Kittel, "Einführung in die Festkörperphysik", Oldenburg-Verlag, 6. Aufl., 1983. - N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, "Solid State Physics", Saunders College Publishing, 1976. - Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 1 (Grundlagen der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 7. Aufl., 1995. - Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 2 (Bauelemente der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 4. Aufl., 1991. - Walter Heywang, Hans W. Pötzl, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 3 (Bänderstruktur und Stromtransport)", Springer-Verlag, 1976. - Günter Winstel, Claus Weyrich, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 10 (Optoelektronik I: Lumineszenz- und Laserdioden)", Springer-Verlag, 1980. - S.M. Sze, "Semiconductor Devices: Physics and Technology", John Wiley & Sons, 1985. - S.M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley & Sons, 2nd Edition, 1981. - S.M. Sze, "Modern Semiconductor Device Physics", John Wiley & Sons, 1997 - K.J. Ebeling, "Integrierte Optoelektronik", Springer Verlag, 2. Aufl., 1992. - H. Ghafouri-Shiraz, B.S.K. Lo, "Distributed Feedback Laser Diodes: Principles and Physical Modelling", Wiley & Sons, 1996. - G. Bastard, "Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures", monographies de physique, les éditions de physique, Les Ulis, ca. 1980 (kein Erscheinungsjahr). - L.A. Coldren, S.W. Corzine, "Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits", Wiley & Sons, 1995. - Amnon Yariv, "Optical Electronics in Modern Communications", 5th Edition, Wiley & Sons, 1997

Modulname	PMWE 2 Semiconductor Laser
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben ein gründliches Wissen über die Grundlagen der Laserphysik erworben ... verstehen die Prinzipien von Halbleiterlasern einschließlich statischer und dynamischer Eigenschaften ... kennen den quantenmechanischen Ursprung der wichtigsten Lasereigenschaften ... bekommen ein quantitatives Verständnis der Eigenschaften und Spezifikationen von Bauelementen ... bekommen einen Überblick über Bauelemente, Herstellung und anwendungsgetriebene Ausgestaltungen ... bekommen einen Überblick über die wichtigsten Arten von Halbleiterlasern und ihre Anwendungen ... werden in aktuelle Forschung und Entwicklung von Halbleiterlasern involviert <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... have acquired a thorough knowledge about fundamentals of laser physics ... understand the principles of semiconductor lasers including static and dynamic properties ... know about quantum mechanical origin of major laser properties ... get a quantitative understanding of device properties and specifications ... get an overview about device fabrication and application driven designs ... get an overview about most important types of semiconductor lasers and their applications ... get involved on actual research and development of semiconductor lasers <p>Integrated key competencies:</p> <p>Methodic competency:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Training for the preparation of a scientific talk - Learn how to find actual literature and to extract information for the talk preparation - Training to speak in front of an audience and to defend a scientific content
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS), S (1 SWS)
Lehrinhalte	<p>Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repetition of basics in semiconductor physics - Introduction in the fundamental laser and semiconductor laser physics - Phenomenological and quantum mechanical description - Static and dynamic behavior of lasers - Laser materials and device designs - Fabrication techniques and properties of specialized lasers - Applications of lasers (high-power, communication, integration) <p>Further keywords: threshold condition, fluid model, gain functions, quantum mechanics, light propagation, waveguides, carrier dynamics, feedback gratings, transfer matrix theory, VCSEL, DFB and DBR lasers, quantum cascade laser, high-power laser, high-speed communication laser, quantum dot laser, nanolaser</p> <p>Seminar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Topics will be chosen based on actual research and development
Titel Lehrveranstaltungen	Semiconductor Laser Seminar to Semiconductor Laser
Lehr- und Lernformen	Lecture, seminar
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanoscience
Dauer	one semester
Häufigkeit	annually, in summer semester
Sprache	English, lecture notes are also available in German
Voraussetzungen empfohlen	Good knowledge of fundamentals in experimental physics (in particular in electromagnetism and optics) and in solid-state physics. Knowledge in semiconductor physics is helpful.
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Studienleistung
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 60 h, Selbststudium: 120 h, gesamt: 180 h Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h, sum = 180 h
Studienleistungen	Erfolgreiche Teilnahme am Seminar One talk presented at seminar with active participation in discussions
Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Klausur (ca. 2 h) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt Examination either written (2 h) or oral (30 min).
Credits	6 c (inkl. 1 C für int. Schlüsselkompetenzen) 6 c (including 1 C for integrated key competencies)

Lehreinheit	Physik/Physics
Modulverantwortlicher	Reithmaier
Lehrende	Reithmaier
Medienformen	Blackboard, projector
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - L.A. Coldren, S.W. Corzine, "Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits", Wiley & Sons, 1995.; - H. Ghafouri-Shiraz, B.S.K. Lo, "Distributed Feedback Laser Diodes: Principles and Physical Modelling", Wiley & Sons, 1996. - A. Yariv, "Optical Electronics in Modern Communications", Oxford Univ. Press, 5. Aufl., 1997. - K.J. Ebeling, "Integrierte Optoelektronik", Springer Verlag, 2. Aufl., 1992. - R.G. Hunsperger, "Integrated Optics", Springer Verlag, 4. Aufl., 1995. W.W. Chow, St.W. Koch, Murray Sargent III, "Semiconductor -Laser Physics", Springer Verlag, 1994. - S.M. Sze, "Semiconductor Devices: Physics and Technology", John Wiley & Sons, 1985. - J.D. Jackson, "Klassische Elektrodynamik", Walter de Gryter, 1981. - Stephan Gasiorowicz, "Quantenphysik", Oldenburg-Verlag, 2. Aufl., 1981. - G. Bastard, "Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures", monographies de physique, les éditions de physique, Les Ulis, ca. 1980 (kein Erscheinungsjahr). - Charles Kittel, "Einführung in die Festkörperphysik", Oldenburg-Verlag, 6. Aufl., 1983. - Neil W. Ashcroft, N. David Mermin, "Solid State Physics", Saunders College Publishing, 1976. - Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 1 (Grundlagen der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 7. Aufl., 1995. - Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 2 (Bauelemente der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 4. Aufl., 1991. - Walter Heywang, Hans W. Pötzl, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 3 (Bänderstruktur und Stromtransport)", Springer-Verlag, 1976. - Günter Winstel, Claus Weyrich, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 10 (Optoelektronik I: Lumineszenz- und Laserdioden)", Springer-Verlag, 1980. - S.M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley & Sons, 2nd Edition, 1981.

Modulname	PMWE 3 Ultrashort Laserpulses and their Applications
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <p>... haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Experimentalphysik eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell forschenden Gruppe in der Kurzzeitalaserphysik zu beginnen.</p> <p>... haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet.</p> <p>... kennen bedeutende Entwicklungen in der Kurzzeitalaserphysik aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet.</p> <p>... kennen die experimentellen Techniken, die in der Kurzzeitalaserphysik eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen.</p> <p>... kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen.</p> <p>... kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene in der Kurzzeitalaserphysik.</p> <p>... sind sich über die Grenzen der eingesetzten Modelle bewusst.</p> <p>... kennen die Grundlagen zur Erzeugung, Ausbreitung, Manipulation und Charakterisierung ultrakurzer Laserpulse in der Theorie und die entsprechenden experimentellen Aufbauten.</p> <p>... kennen aktuelle Anwendungsgebiete mit Verständnis für die zugrunde liegende Theorie und für die entsprechenden experimentellen Aufbauten, sowie mit einem detaillierten Verständnis der kurzpulsspezifischen Vorzüge für die entsprechenden Gebiete</p> <p>Students</p> <p>... have familiarized with an elected area of expertise in the experimental physics and are able to start a research work in an experimental working group in short pulse laser physics.</p> <p>... have an overview of the established knowledge in that special research area.</p> <p>... know the outstanding developments in short-term laser physics from recent years and decades and have an idea of current unresolved problems in that special area.</p> <p>... know experimental techniques, which can be used in short pulse laser physics, and can evaluate which techniques can be used to measure certain physical values.</p> <p>... know the advantages and disadvantages of each experimental technique and know, how the different methods can be complemented.</p> <p>... know the relevant models and approaches for the description of physical phenomena in short pulse laser physics.</p> <p>... are aware of the limits of the models used.</p> <p>... know the basics of producing, dispersion, manipulation and characterization of ultrashort laser pulses in theory and the corresponding experimental setups.</p> <p>... know current application areas with understanding of the underlying theory and of the corresponding experimental setups. Furthermore students have a detailed understanding of the advantages of short pulse laser pulses for the relevant areas.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), VL (1 SWS), Pi (1 SWS)
Lehrinhalte	Basics of generation, dispersion, manipulation and characterization of ultrashort laser pulses; Application examples from femtochemistry, reaction control, quantum optics, 3D-light microscopy, (nano-)materials processing, Generation of CE-Phase Stabilized Few Cycle Laser Pulses
Titel Lehrveranstaltungen	Ultrashort laserpulses and their application
Lehr- und Lernformen	Lecture, laboratory work
Verwendbarkeit	M.Sc. Nanoscience, B.Sc. Nanostrukturwissenschaften, MSc Physics
Dauer	one semester
Häufigkeit	annually
Sprache	German / English
Voraussetzungen empfohlen	Keine/ None
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine/ None
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Keine/ None
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 60 h, Selbststudium: 180 h, gesamt: 240 h Contact time: 60 h; Independent studies: 180 h, Sum = 240 h

Studienleistungen	Keine/ None
Prüfungsleistungen	<p>Prüfungsleistung: Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p> <p>Written examination (1 – 2 hours) or oral examination (30 minutes). Type, date and duration of examination will be fixed by the tutor well in time</p>
Credits	8 c
Lehreinheit	Physik/Physics
Modulverantwortlicher	Baumert
Lehrende	Baumert, Assion
Medienformen	Blackboard, projector, Power-Point presentation, laboratory equipment, software-based hands-on training
Literatur	<p>Brixner T, Pfeifer T, Gerber G, Wollenhaupt M, Baumert T. Optimal Control of Atomic, Molecular and Electron Dynamics With Tailored Femtosecond Laser Pulses. In: "Femtosecond Laser Spectroscopy". Springer Verlag, 2005: 225-266 (can be found on the homepage of the Experimental Physics III); Diels JC, Rudolph W. Ultrashort Laser Pulse Phenomenon : Fundamentals, Techniques, and Applications on a Femtosecond Time Scale (Optics and Photonics Series); Rulliere C. Femtosecond Laser Pulses. Principles and Experiments; rebino R. Frequency-Resolved Optical Gating: The Measurement of Ultrashort Laser Pulses; Wollenhaupt M, Assion A, Baumert T. Femtosecond Laser Pulses: Linear Properties, Manipulation, Generation and Measurement. In: Springer Handbook of Lasers and Optics. Springer, 2007: in print (can be found on the homepage of the Experimental Physics III)</p> <p>Further supporting literature will be available via moodle</p>

Modulname	PMWE 4 Surface Science
Art	Wahlpflicht / Required elective module
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Experimentalphysik eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell forschenden Gruppe in der Oberflächenphysik zu beginnen. ... haben einen Überblick über das etablierte Wissen in der Oberflächenphysik. ... kennen bedeutende Entwicklungen in der Oberflächenphysik aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet. ... kennen die experimentellen Techniken, die in der Oberflächenphysik eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen. ... kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene in der Oberflächenphysik. ... können Grundlagen und aktuelle Forschungsergebnisse aus der Oberflächenphysik im Rahmen eines Vortrags auf englisch präsentieren. <p>Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in folgenden Bereichen erworben:</p> <p>Methoden: Sie kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen. Sie sind sich über die Grenzen der eingesetzten Modelle bewusst.</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... have familiarized with an elected area of expertise in the experimental physics and are able to start a research work in an experimental working group in surface science. ... have an overview of the established knowledge in that special research area. ... know the common experimental techniques used in surface science. ... know the physical properties, that can be addressed by each of the experimental technique and know, how the different methods can be complemented. ... are aware of the limits of the experimental techniques. ... know current application examples of the common experimental techniques. ... can present the results from a recent international publication in the field.
Lehrveranstaltungsarten	S (2 SWS)
Lehrinhalte	Oberflächenphysik: Beugung langsamer Elektronen (LEED), Photoelektronenspektroskopie (XPS), Auger-Elektronenspektroskopie (AES), Winkelaufgelöste Photoelektronenspektroskopie (ARPES), Rastertunnelmikroskopie und -spektroskopie (STM/STS), Thermodesorptionspektroskopie (TDS), Elektronische Oberflächenzustände, Adsorbatsysteme, Rekonstruktion von Oberflächen
Titel Lehrveranstaltungen	Surface Science
Lehr- und Lernformen	Student seminar
Verwendbarkeit	M.Sc. Physics, M.Sc. Nanoscience
Dauer	one semester
Häufigkeit	annually, in summer semester
Sprache	English
Voraussetzungen empfohlen	none
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine/None
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Keine/None
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 30 h, Selbststudium: 90 h, gesamt: 120 h Contact time: 30 h, Independent studies: 90 h, Sum = 120 h
Studienleistungen	Keine/None
Prüfungsleistungen	Seminar talk (30-45 minutes).
Credits	4 c
Lehreinheit	Physik/Physics
Modulverantwortlicher	Matzdorf
Lehrende	Matzdorf
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation
Literatur	Clarke, L. J.: Surface Crystallography; Electron Spectroscopy for Surface Analysis; Ertl/Küppers, Low energy electrons and surface chemistry; Feldmann/J. W. Mayer: Handbook of Surface Science; Fundamentals of Surface and Thin Film Analysis; Horn/Scheffler: Physics of Surfaces and Interfaces; M. Henzler, Oberflächenphysik des Festkörpers;

Modulname	PMWE 5 Molecular Physics and Spectroscopy I
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Experimentalphysik eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell forschenden Gruppe in der Molekülphysik zu beginnen. ... haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet. ... kennen bedeutende Entwicklungen in der Molekülphysik aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet. ... kennen die experimentellen Techniken, die in der Molekülphysik eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen. ... kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen. ... kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene in der Molekülphysik und sind sich der Grenzen der eingesetzten Modelle bewusst. ... haben grundlegende Kenntnisse über Methoden zur Erzeugung reaktiver, kurzlebiger Moleküle ... haben grundlegende Kenntnisse der Rotations- und Vibrationsspektroskopie
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), Ü (1SWS)
Lehrinhalte	Methoden zur Erzeugung von Molekülen und Radikalen (Laserablation, Überschalldüsenstrahlen, RF-Plasma-Techniken); Grundlagen der Physikalischen Chemie; Chemische Bindung; Rotations-, Vibrationsspektroskopie; Symmetrie und Molekülphysik; Interpretation von Rotations-Vibrationsspektren
Titel Lehrveranstaltungen	Molekülphysik und Spektroskopie II
Lehr- und Lernformen	Vorlesung und Übungen
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jährlich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Molecular Physics and Spectroscopy I
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Zweite Studienleistung (Übungen)
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 60 h, Selbststudium: 120 h, gesamt: 180 h
Studienleistungen	Erfolgreiche Teilnahme an Übungen
Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Credits	6 c
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Giesen
Lehrende	Giesen
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation
Literatur	Spectra of Atoms and Molecules, P.F. Bernath; Molecular Spectra and Molecular Structure, Herzberg, Band I – III., Microwave Spectroscopy Townes and Sharlow

Modulname	PMWE6 Nano Scale Quantum Optics
Art	Required elective module
Kompetenzen	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... will have acquired a thorough knowledge about quantum optics applicable to the nanoscale ... will be able to describe experiments which are depicting key concepts of quantum optics ... will know different experimental platforms to perform quantum optics experiments with special focus on the nano scale ... are able to present and discuss research work ... will be able to understand and apply experimental and theoretical concepts from quantum information processing <p>Integrated key competencies:</p> <p>Methodic competency: Students have the ability to apply their knowledge and understanding, and problem solving abilities to actual research work</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL 3 SWS, S 1 SWS
Lehrinhalte	Quantization of the electro-magnetic field, quantum states of the light field, photon statistics, experimental realizations, two level systems, density matrix formalism, quantization of atom light interaction, Jaynes-Cummings-Model, dressed states, entanglement, experiments with entangled photons, measurement process, decoherence, nano scale experimental realizations of quantum optics experiments, quantum teleportation.
Titel Lehrveranstaltungen	Nano Scale Quantum Optics – Basic principles
Lehr- und Lernformen	Lecture, Seminar
Verwendbarkeit	M.Sc. Physics, M.Sc. Nanoscience
Dauer	one semester
Häufigkeit	annually, start in winter or summer semester possible
Sprache	English, for a transitional period lecture notes and exam questions will also be available in German
Voraussetzungen empfohlen	Fundamental knowledge of Quantum mechanics on Bachelor level
Voraussetzungen Modulteilnahme	Experimentalphysik III
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Präsenz: 60 h, Selbststudium : 120 h, gesamt = 180 h
Studentischer Arbeitsaufwand	Exercises, Seminar Talk presentation
Studienleistungen	Keine
Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt. Written examination (1 – 2 hours) or oral examination (30 minutes). Type, date and duration, of examination will be fixed by the tutor well in time
Credits	6 C (including 1 C for integrated key competencies)
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Singer
Lehrende	Dawkins
Medienformen	Blackboard, beamer, online material
Literatur	Gerry & Knight, Introductory quantum optics, Mark Fox, Quantum Optics: An Introduction, Oxford Master Series in Physics; Haroche und Raimond, Exploring the quantum, Oxford graduate texts; Also: Auletta, Fortuato und Parisi , Quantum Mechanics , Cambridge; Loudon, The Quantum theory of light; Scully & Zubairy, Quantum optics; Walls & Milburn, Quantum optics; Cohen-Tannoudji, Dupont-Roc & Grynberg, Atom photon interactions

Modulname	PMWE 7 Seminar Astrophysics and Cosmology
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende ... sind in der Lage, zu einem vorgegebenen aktuellen Thema der Astrophysik selbständig Literatur zu recherchieren. ... sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen (über das eigene Thema genauso wie über die Themen der anderen Seminarteilnehmer).</p> <p>Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in folgenden Bereichen erworben: <u>Kommunikation</u>: Sie sind in der Lage das gewählte Thema in Form eines Vortrages verständlich zu präsentieren. Sie beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede.</p>
Lehrveranstaltungsarten	S (2 SWS)
Lehrinhalte	Vorträge zu wechselnden Themen der Astrophysik
Titel Lehrveranstaltungen	Seminar zur Astrophysik
Lehr- und Lernformen	Seminarvorträge mit wissenschaftlicher Diskussion
Verwendbarkeit	MSc Physics, BSc Physik
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jährlich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Moduleinnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 30 h, Selbststudium: 90 h, gesamt: 120 h
Studienleistungen	Keine
Prüfungsleistungen	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 30 - 60 min)
Credits	5 c (davon 2 c für integrierte Schlüsselkompetenzen)
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Fricke
Lehrende	Giesen, Fricke
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation
Literatur	Literatur zum Einstieg in die Recherche wird jeweils zum Vortragsthema bekanntgegeben

Modulname	PMWE 8 General Theory of Relativity and Cosmology
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <p>... kennen die spezielle Relativitätstheorie in 4-komponentiger Schreibweise</p> <p>... beherrschen Tensoranalysis und -algebra.</p> <p>... können Einsteinsche Feldgleichungen auf experimentelle Resultate anwenden.</p> <p>... kennen das Standardmodell der Kosmologie</p> <p>... haben einen Überblick über weitere kosmologischen Modelle.</p> <p>... kennen die Interpretation der Friedmann Gleichungen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	V (2 SWS), Ü (1 SWS)
Lerninhalte	<p>Das Äquivalenzprinzip, in der die Gleichheit von träger und schwerer Masse angenommen wird, führt zur Bewegungsgleichung von masselosen Teilchen, die in der Newtonschen Näherung zu den bekannten Bewegungsgleichungen aus der klassischen Mechanik führen. Grundlagen der Tensoranalysis und Algebra. Damit wird eine Beschreibung der Riemanschen Geometrie möglich, die in der Definition des Riemanschen Krümmungstensor mündet. Dieser Tensor, zusammen mit seiner Kontraktion, dem Ricci Tensor und dem Krümmungsskalar bilden die Elemente der Einsteinschen Feldgleichungen. Die radialsymmetrische Lösung von Schwarzschild führt uns schließlich auf die Effekte der ART, die im Experiment gemessen werden können. Ein Vergleich mit den Experimenten zeigt sehr gute Übereinstimmung.</p> <p>Ableitung der Friedmann Gleichung aus allgemeinen Überlegungen zur Newtonschen Gravitation, Diskussion der Geometrie des Universums, Einfache kosmologische Modelle, Beobachtbare Parameter wie Hubble- und Dichteparameter, Dichte des Universums und Strukturbildung, „Was ist Dunkle Materie?“, Kosmische Hintergrundstrahlung, Das inflationäre Universum, Standard Modell der Kosmologie.</p>
Titel Lehrveranstaltungen	Allgemeine Relativitätstheorie und Kosmologie
Lehr- und Lernformen	Vorträge, wissenschaftliche Diskussion, Übungsaufgaben
Verwendbarkeit	MSc Physics, BSc Physik
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jährlich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzung Moduleilnahme	Keine
Voraussetzung Prüfungsleistung	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 45 h, Selbststudium 30 h, gesamt: 75 h
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30 min). Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Credits	5 c
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Fricke
Lehrende	Fricke
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation
Literatur	Wird in den Veranstaltungen angegeben

Modulname	PMWE 9 Molecular Physics and Spectroscopy II
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierenden</p> <p>... haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Experimentalphysik eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell forschenden Gruppe in der Molekülphysik zu beginnen.</p> <p>... haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet.</p> <p>... kennen bedeutende Entwicklungen in der Molekülphysik aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet.</p> <p>... kennen die experimentellen Techniken, die in der Molekülphysik eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen</p> <p>... kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen.</p> <p>... kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene in der Laborspektroskopie</p> <p>... sind sich über die Grenzen der eingesetzten Modelle bewusst.</p> <p>... haben grundlegende Kenntnisse über Methoden zur Erzeugung reaktiver Moleküle</p> <p>... haben grundlegende Kenntnisse der Rotations- und Vibrationsspektroskopie</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), Ü (1SWS)
Lerninhalte	Die Vorlesung vertieft Studieninhalte zu wechselnden Themen der Molekülphysik.
Titel Lehrveranstaltungen	Molekülphysik und Spektroskopie II
Lehr- und Lernformen	Vorträge, wissenschaftliche Diskussion, Übungsaufgaben
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jährlich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzung Moduleilnahme	Keine
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Erfolgreiche Teilnahme an Übungen
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 60 h, Selbststudium: 120 h, gesamt: 180 h
Studienleistung	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 30-60 min)
Prüfungsleistung	Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (30 min), Prüfungstermine werden individuell vereinbart und dem Prüfungsamt mitgeteilt
Credits	6 c
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Giesen
Lehrende	Giesen
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation
Literatur	Bernath Spectra of Atoms and Molecules; Bunker/Jensen: Molecular Symmetry and Spectroscopy; Duley/Williams: Interstellar Chemistry; Schlemmer/Giesen/Lewen/ Winnewisser: Spectroscopy and Applications to Astrophysics; in Frontiers of Molecular Spectroscopy

Module title	PMWE 10 Physics with Synchrotron Radiation
Module type	Wahlpflicht /Required elective module
Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... erwerben Basiskenntnisse der Eigenschaften von Synchrotronstrahlung und ihrer Anwendungen ... kennen Methoden der Materialanalyse unter Einsatz von Synchrotronstrahlung ... haben Grundkenntnisse synchrotronbasierter Lithographieprozesse erworben <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... gained basic knowledge about the properties of synchrotron radiation and its applications ... know about material analysis methods using synchrotron radiation ... have acquired basic knowledge about synchrotron based lithography processes
Types of courses, contact hours	VL 2 SWS
Contents	Physics with synchrotron radiation; Theory of synchrotron radiation, construction of synchrotron radiation facilities, Wiggler and Undulators, Free-Electron-Laser, x-ray fluorescence analysis, EXAFS, NEXAFS, XMCD, LIGA-procedure, x-ray lithography
Course titles	Physics with synchrotron radiation
Teaching methods	Lecture
Applicability	M.Sc. Nanoscience
Duration	one semester
Frequency	annually, in summer semester
Language	English, for a transitional period lecture notes and exam questions might also be in German
Recommended Skills	Fundamental knowledge in physics on Bachelor level
Prerequisites for participation	Keine/none
Students workload	Präsenz: 30 h, Selbststudium: 60 h, gesamt: 90 h Contact time: 30 h, Independent studies: 60 h, Summe = 90 h
Course projects / nongraded learning assignments (Studienleistungen)	Keine/none
Prerequisites for admission to examination	Keine/none
Examination	Mündlich (30 min.) oder schriftlich (1-2 h). Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt. Oral (30 min.) or written (1-2 h) exam. Type, date and duration of the exam will be announced at the start of the lecture.
Number of credits	3 C
Lehreinheit	Physik/Physics
Responsible coordinator	Ehresmann
Lecturer(s)	Ehresmann
Media	Blackboard, projector
Literature	K. Wille: Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen, Teubner (in German); References to original literature will be given in the lecture

Module title	PMWE11 Thin Film Physics
Module type	Required elective module
Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben ein grundlegendes Wissen über die Abscheidung und Charakterisierung dünner Filme erworben ... kennen die elektrischen, mechanischen und magnetischen Eigenschaften dünner Filme und Techniken zu ihrer Manipulation (mit Schwerpunkt auf magnetischen Eigenschaften) ... kennen magnetische Kopplungsphänomene in dünnen Schichten und ihre Anwendungen ... kennen fundamentale Effekte in magnetischen Nanostrukturen und ihre Anwendungen <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... have acquired a basic knowledge about the deposition and characterization of thin films ... know the electric, mechanic and magnetic properties of thin films and techniques to manipulate them (focus on magnetic properties) ... know magnetic coupling phenomena in thin films and their applications know about fundamental effects in magnetic nanostructures and its applications
Types of courses, contact hours	VL 2 SWS
Contents	Thin film physics; Deposition techniques, layer growth, analysis of thin films, electrical and mechanical and magnetic properties of thin films, magnetic anisotropy, exchange bias, interlayer exchange coupling, magneto-resistance effects, magnetic patterning
Course titles	Functional thin films
Teaching methods	Lecture
Applicability	M.Sc. Nanoscience
Duration	one semester
Frequency	annually, in winter semester
Language	English, for a transitional period lecture notes and exam questions might also be in German
Recommended Skills	Fundamental knowledge in physics on Bachelor level
Prerequisites for participation	Keine/none
Students workload	Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h, Summe = 90 h Contact time: 30 h, Independent studies: 60 h, Summe = 90 h
Course projects / nongraded learning assignments (Studienleistungen)	Keine/none
Prerequisites for admission to examination	Keine/none
Examination	Mündliche (30 min) oder schriftliche (1-2 h) Prüfung. Art, Zeitpunkt und Dauer der mPrüfung werden zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben Oral (30 min.) or written (1-2 h) exam. Type, date and duration of the exam will be announced at the start of the lecture.
Number of credits	3 C
Lehreinheit	Physik/Physics
Responsible coordinator	Ehresmann
Lecturer(s)	Ehresmann
Media	Blackboard, projector
Literature	References to original literature will be given in the lecture

Modulname	PMWE 12 Advanced Nano Scale Quantum Optics
Art	Required elective module
Kompetenzen	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... will have acquired an advanced knowledge about quantum information processing ... will be able to describe sophisticated experiments which are depicting key concepts of quantum information processing ... will know different experimental platforms to perform quantum optics experiments with special focus on quantum information processing ... are able to simulate and verify research work ... will be able to extend and develop advanced experimental and theoretical concepts from quantum information processing <p>Integrated key competencies:</p> <p>Methodic competency: Students have the ability to apply their knowledge and understanding to develop new ideas in quantum information processing and quantum optics</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL 3 SWS, S 1 SWS
Lehrinhalte	Advanced nano scale experiments from quantum information processing, colour centres (also in nano diamonds), quantum information processing with single ions, quantum communication, quantum repeater, quantum computer and algorithms, ultra-precise nano sensors, quantum error correction and experimental implementation on the nano scale, quantum simulation, cavity quantum electrodynamics and Schrödinger-cat states.
Titel Lehrveranstaltungen	Advanced Nano Scale Quantum Optics – Applications in Quantum Information Processing
Lehr- und Lernformen	Lecture, Seminar
Verwendbarkeit	M.Sc. Physics, M.Sc. Nanoscience
Dauer	one semester
Häufigkeit	annually, start in winter or summer semester possible
Sprache	English, for a transitional period lecture notes and exam questions will also be available in German
Voraussetzungen empfohlen	Fundamental knowledge of Quantum mechanics on Bachelor level
Voraussetzungen Modulteilnahme	Experimental physics III
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h, Summe = 180 h
Studentischer Arbeitsaufwand	Exercises, Seminar Talk presentation
Studienleistungen	None
Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min). Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt. Written examination (1 – 2 hours) or oral examination (30 minutes). Type, date and duration of examination will be fixed by the tutor well in time
Credits	6 C (including 1 C for integrated key competencies)
Lehreinheit	Physics
Modulverantwortlicher	Singer
Lehrende	Dawkins
Medienformen	Blackboard, beamer, online material
Literatur	Gerry & Knight, Introductory quantum optics; Nielsen & Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge press; Haroche und Raimond, Exploring the quantum, Oxford graduate texts; Lo, Popescu & Spiller, Introduction to Quantum Computation and Quantum Information; Bouwmeester, Ekert & Zeilinger, The Physics of Quantum Information; John Preskill Lecture Notes for Physics 229, Quantum Information and Computation.

Modulname	PMWS 1 Additive Key Competencies
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	Studierende ... haben Kompetenzen erworben, die das fachlich erworbene Kompetenzspektrum erweitern und für ein späteres Berufsleben von Bedeutung sind, zum Beispiel in Wissenschaftsethik, Recht, Ökonomie, englischer Fachsprache, Publizistik, Sozial- und Selbstkompetenz, Kommunikationsfähigkeit, analytischem Denken, Personalführung, Projektmanagement, Gremien- und Teamarbeit.
Lehrveranstaltungsarten	Eine oder mehrere Veranstaltungen, die im Verzeichnis der Universität Kassel unter der Rubrik „Additive Schlüsselkompetenzen fachübergreifend“ gelistet und für jedes Semester aktualisiert werden. Für die einzelnen Veranstaltungen können in Absprache mit dem anbietenden Dozenten jeweils 1 bis 6 Credits vergeben werden. Mitarbeit in Gremien der Universität Kassel (z.B. Fachbereichsrat, Fachschaft, Studienausschuss, AS-tA) sowie die Tätigkeit als studentische Hilfskraft in der Selbstverwaltung, zur Unterstützung des Lehrbetriebes oder bei der Beratung von Studierenden (z.B. als Tutor) können ebenfalls als Veranstaltung angerechnet werden.
Lerninhalte	Die Inhalte sind abhängig von den gewählten Veranstaltungen. Beispielfolgende Veranstaltungen im Rahmen dieses Moduls belegt werden: Entscheiden, Konflikt und Handeln, Grundlagen und Konzepte des Managements, Moderationstechnik, Technisches Englisch, Projektmanagement, Personalführung
Titel Lehrveranstaltungen	Vgl. Vorlesungsverzeichnis der Universität Kassel
Lehr- und Lernformen	Abhängig von der jeweils gewählten Veranstaltung
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Veranstaltungen zu fachübergreifenden Schlüsselkompetenzen werden in jedem Semester angeboten (Vgl. Abschnitt „Additive Schlüsselkompetenzen fachübergreifend“ im Vorlesungsverzeichnis der Universität Kassel)
Häufigkeit	Abhängig von der jeweils gewählten Veranstaltung
Sprache	Deutsch, Englisch oder andere Fremdsprache, abhängig von der gewählten Veranstaltung
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzung Moduleinnahme	Keine
Voraussetzung Prüfungsleistung	Nach Vorgabe der anbietenden Dozenten bzw. Bereiche.
Studentischer Arbeitsaufwand	90 h - 360 h, abhängig von der jeweils gewählten Veranstaltung
Studienleistung	Nachweis von Studienleistungen in allen besuchten Veranstaltungen nach Vorgabe der anbietenden Dozenten bzw. Bereiche.
Prüfungsleistung	Das Modul wird insgesamt mit "Bestanden" oder "Nicht Bestanden" bewertet. Um als „Bestanden“ bewertet zu werden, müssen die Studien- bzw. Prüfungsleistungen jeder einzelnen, gewählten Veranstaltung von den Anbietern/Dozenten mindestens mit "Bestanden" beurteilt worden sein.
Credits	3 bis 12 c
Lehrereinheit	Alle Lehrereinheiten der Universität Kassel die additive Schlüsselkompetenzen anbieten
Modulverantwortlicher	Matzdorf
Lehrende	Lehrende aus allen Fachbereichen und zentralen Einrichtungen der Universität Kassel
Medienformen	Gemäß den Vorgaben in den gewählten Veranstaltungen
Literatur	Gemäß den Hinweisen zu den gewählten Veranstaltungen

Modulname	PMWS 2 Non-physical Elective Modul
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Lehrveranstaltungsarten	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Lehrinhalte	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Titel Lehrveranstaltungen	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Lehr- und Lernformen	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Ergibt sich aus dem belegten Modul
Häufigkeit	Ergibt sich aus dem belegten Modul
Sprache	Ergibt sich aus dem belegten Modul
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Modulteilnahme	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	150 h bis 360 h
Studienleistungen	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Prüfungsleistungen	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Credits	5 bis 12 c
Lehreinheit	Alle Lehreinheiten der Universität Kassel
Modulverantwortlicher	Matzdorf
Lehrende	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Medienformen	Ergeben sich aus dem belegten Modul
Literatur	Ergibt sich aus dem belegten Modul

Modulname	PMWS 3 Occupational Internship
Art	Wahlpflicht
Kompetenzen	<p>Studierende ... haben sich durch einen Aufenthalt in einem Unternehmen oder einer Institution außerhalb der Universität, in der Physiker berufstätig sind, einen Einblick in die Berufswelt erarbeitet. ... haben je nach gewählten Praktikumsort berufsspezifische Fertigkeiten erlangt. Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in diesen Bereichen erworben: <u>Kommunikation</u>: Sie besitzen Integrations- und Teamfähigkeit. <u>Methoden</u>: Sie sind in der Lage selbständig einen Praxisbericht abzufassen. <u>Organisation</u>: Sie können Zielvorgaben einhalten.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Pe
Lehrinhalte	Abhängig vom gewählten Praktikumsort
Titel Lehrveranstaltungen	Keine
Lehr- und Lernformen	Praktikum außerhalb der Universität (6 bis 9 Wochen). Jeder Praktikant wird von einem Dozenten bzw. einer Dozentin betreut, der/die als Ansprechpartner bzw. Ansprechpartnerin zur Verfügung steht und die Bewertung des Abschlussberichtes bzw. der mündlichen Präsentation vornimmt. Begleitend findet einmal jährlich ein Erfahrungsaustausch von Praktikanten mit zukünftigen Praktikanten und Praktikantinnen statt.
Verwendbarkeit	MSc Physics
Dauer	Block von wahlweise 6 oder 9 Wochen
Häufigkeit	Jeder Zeit möglich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Voraussetzungen Teilnahme	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenz: 90 h, Selbststudium: 90 h, gesamt: 180 h
Studienleistungen	Seminarvortrag 30 min oder Praktikumsbericht ca. 5-10 Seiten
Voraussetzungen Prüfungsleistung	Keine
Prüfungsleistungen	Keine
Credits	8 c bei 6 Wochen oder 12 c bei 9 Wochen (davon 4 c für integr. Schlüsselkompetenzen)
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Popov
Lehrende	Popov
Medienformen	Aufenthalt in Unternehmen, Präsentation
Literatur	Fachliteratur je nach Tätigkeitsgebiet

Modulname	PMP 6 Master's Degree Module
Art	Pflicht
Kompetenzen	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können sich in ein neues Forschungsgebiet selbständig einarbeiten. ... beherrschen die Bedienung komplexer Messapparaturen oder können umfangreiche Computerprogramme einsetzen, um Probleme numerisch zu lösen. ... können aufgrund der fachlichen Tiefe und Breite der erworbenen Kompetenzen zukünftige Probleme, Technologien und wissenschaftliche Entwicklungen erkennen, einschätzen u. in ihre Arbeit einbeziehen. ... haben ein tiefgehendes Verständnis von mathematischen Prinzipien und deren Anwendung auf experimentelle Beobachtungen erlangt. ... können ein Forschungsprojekt im Umfang von 6 Monaten konzipieren und strukturiert durchführen. ... können die Forschungsergebnisse systematisch analysieren und die daraus gewonnenen Erkenntnisse für den Fortschritt der Wissenschaft richtig einschätzen. ... können die selbst erzielten Forschungsergebnisse in ihrer Masterarbeit schriftlich darlegen und in einem Vortrag mündlich präsentieren. ... reflektieren ihre eigenen Forschungsergebnisse kritisch und können ihre Erkenntnisse gegenüber einem wissenschaftlichen Publikum verteidigen. <p>Studierende mit experimentellem Schwerpunkt</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können Funktionen komplexer Messapparaturen überblicken u. diese sicher bedienen. ... können komplexe Messaufbauten justieren und für die Messung optimieren. ... haben Erfahrungen in der Fehler- u. Störungssuche in komplexen Messprozessen. <p>Studierende mit theoretischem Schwerpunkt</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können Computeralgebra einsetzen, um komplexe theoretische Ansätze zu lösen und komplexe Computerprogramme aus der theoretischen Physik einsetzen, um offene Fragen der aktuellen Forschung zu beantworten. ... sind in der Lage, Teile von komplexen Computerprogrammen weiterzuentwickeln und neue Funktionen in die Programme einzubauen. ... kennen Strategien zum Testen komplexer Computerprogramme ... können die Genauigkeit der berechneten Ergebnisse in Hinblick auf die gemachten Näherungen und eingesetzten numerischen Verfahren richtig einschätzen. <p>Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in folgenden Bereichen erworben:</p> <p><u>Kommunikation</u>: Sie können im international zusammengesetzten Team arbeiten. können im Team problemlos auf Deutsch und Englisch kommunizieren. Sie haben sich soziale Kompetenzen angeeignet, die sie befähigen, sich in ein Forschungs- oder Entwicklungsteam einzugliedern. Sie können einen wissenschaftlichen Vortrag halten und ihre eigenen Ergebnisse im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft auf dem Gebiet darstellen. Sie können in einer wissenschaftlichen Diskussion auch mit kritischen Fragen umgehen und ihre eigenen Resultate fundiert vertreten. Sie können eine Posterpräsentation erstellen und ihre Resultate wiss. diskutieren.</p> <p><u>Methoden</u>: Sie handeln nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis. Sie sind in der Lage, sich in die Messmethoden oder theoretischen Konzepte eines Forschungsgebietes einzuarbeiten. Sie können sich einen Überblick über die Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen und eine wissenschaftliche Arbeit verfassen.</p> <p><u>Organisation</u>: Sie sind in der Lage, in Zusammenarbeit mit Technikern und Ingenieuren Geräte zu konstruieren, die eine bestimmte Funktion in einem komplexen Messprozess übernehmen sollen. Sie können selbständig wissenschaftlich arbeiten u. komplexe Projekte organisieren, durchführen u. leiten und haben sich auf die Übernahme von Führungsverantwortung vorbereitet.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Individuelle Betreuung
Lehrinhalte	je nach Forschungsgebiet
Titel der Lehrveranstaltungen	Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten
Lehr- und Lernformen	Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten
Verwendbarkeit des Moduls	MSc Physics
Dauer	Ein Semester
Häufigkeit	Jeder Zeit
Sprache	Englisch
Voraussetzungen empfohlen	Das Thema der Masterarbeit baut inhaltlich auf die Module „Spezialisierung in scientific area“ und „Methodological Expertise and Project Planning“ auf.
Voraussetzungen Modulteilnahme	Advanced Lab (Master), Experimental Physics Seminar, Theoretical Physics Seminar, Spezialisierung in scientific area, Methodological Expertise and Project Planning
Voraussetzung Prüfungsleistung	Keine
Studentischer Arbeitsaufwand	900 h

Studienleistungen	Keine
Prüfungsleistungen	Masterarbeit
Credits	30 c (davon 5 c für integrierte Schlüsselkompetenzen)
Lehreinheit	Physik
Modulverantwortlicher	Alle Professorinnen und Professoren des Instituts für Physik
Lehrende	Alle Professorinnen und Professoren des Instituts für Physik
Medienformen	Forschungstätigkeit, Präsentation
Literatur	Fachliteratur je nach Forschungsgebiet