Modulhandbuch
M.Sc. Physik

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Module und Modulgruppen

Höhere Theoretische Physik 3
Höhere Quantenmechanik 3
Komplexe dynamische Systeme 5
Seminare 7
Studienschwerpunkte 37
Schwerpunkt Physik und Technik von Beschleunigern 37
Schwerpunkt Physik der kondensierten Materie 40
Schwerpunkt Quantentechnologie 42
Focus High Energy Density in Matter 44
Focus Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics 46
Spezialvorlesungen und Physikalische Wahlfächer 49
Interdisziplinärer Wahlpflichtbereich 115
Studium Generale 115
Wahlbereich Physik 117
Forschungsbereich 118
Praktikum zur Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten 118
Master Thesis Physik 120
Abschlussvortrag zur Master Thesis 122

Modulbeschreibung

Modulname **Höhere Quantenmechanik**					
Modul Nr. 05-22-1405	**Kreditpunkte** 7 CP	**Arbeitsaufwand** 210 h	**Selbststudium** 135 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Wintersemester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2022-vl	Höhere Quantenmechanik	0	Vorlesung	3
05-23-2022-ue	Höhere Quantenmechanik	0	Übung	2

2 Lerninhalt

Fortgeschrittene Quantenmechanik:
Streuung in der Quantenmechanik, formale Streutheorie, Pfadintegralmethoden

Vielteilchen-Quantenmechanik:
symmetrische und antisymmetrische Vielteilchenzustände, Zweite Quantisierung, Näherungsverfahren

Relativistische Quantenmechanik:
Erinnerung an die spez. Relativitätstheorie, Klein-Gordon-Gleichung, Dirac-Gleichung, Anwendungen aus der Atomphysik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• wissen vertieft über fortgeschrittene Konzepte, Begriffe und Methoden der Quantenmechanik, zum Beispiel relativistische Quantenmechanik, Grundthemen der Quantenfeldtheorie oder Vielteilchentheorie sowie die Anwendung dieser Modelle auf elektrodynamische Probleme
• besitzen vertiefte Fertigkeiten in der theoretischen Bearbeitung und der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze für die Beschreibung komplexer quantenmechanischer Probleme, so dass Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen
mit den erlernten theoretischen Methoden bearbeitet werden können und sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen.
• sind fähig die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten und die Konsequenzen kritisch zu diskutieren

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) mündliche Prüfung 30 min, ab 25 Teilnehmer kann eine schriftliche Prüfung von 120 min durchgeführt werden.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul im Bereich "Höhere Theoretische Physik"
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Komplexe dynamische Systeme

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-1407	7 CP	210 h	135 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Studiendekan*in

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2012-vl	Komplexe dynamische Systeme	0	Vorlesung	3
05-23-2012-ue	Komplexe dynamische Systeme	0	Übung	2

2 Lerninhalt

Aus dem folgenden Themenkatalog zur höheren Statistischen Physik und Nichtlinearen Dynamik wird eine geeignete Auswahl getroffen:
Vielteilchentheorie
Transporttheorie
Dissipation und Fluktuation
kritische Phänomene
stochastische Prozesse,
nichtlineare Dynamik,
Stabilitätsanalyse,
Chaostheorie und Anwendungen,
Nichtgleichgewichtsphasenübergänge,
Selbstorganisation und Strukturbildung,
Beispiele aus Physik, Chemie, Biologie

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• wissen vertieft über fortgeschrittene Konzepte, Begriffe und Methoden der Statistischen Physik, wobei die Vorkenntnisse aus dem Bachelorstudiengang auf konkrete wissenschaftliche Fragestellungen angewendet werden sollen, zum Beispiel unter Verwendung feldtheoretischer Methoden oder der Stabilitätsanalyse
• besitzen vertiefte Fertigkeiten in der theoretischen Bearbeitung und der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze für die Beschreibung komplexer Probleme in Anwendung auf nichtlineare Prozesse oder feldtheoretische Methoden, so dass Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen bearbeitet werden können und
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen.
• sind fähig die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten und die

	Konsequenzen kritisch zu diskutieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) mündliche Prüfung 30 min, ab 25 Teilnehmer kann eine schriftliche Prüfung von 120 min durchgeführt werden.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul im Bereich "Höhere Theoretische Physik"
9	**Literatur** Beispiele: L. Reichl, A Modern Course in Statistical Physics S. Strongatz, Nonlinear Dynamics and Chaos F. Schwabl, Statistische Physik C.W. Gardiner, Handbook of Stochastic Methods
10	**Kommentar**

Seminare

Hier finden Sie eine Auswahl an Seminaren.
Das aktuelle Angebot, welches ständig gemäß den aktuellen Forschungsgebieten erweitert wird, finden Sie immer im jeweiligen Semester in TUCaN.

Modulbeschreibung

Modulname **Laserphysik und Lasertechnologie (Experimentell)**						
Modul Nr. 05-27-2022	**Kreditpunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** unregelmäßig	
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. Thomas Halfmann			
1	**Kurse des Moduls**					
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**	
	05-27-2022-se	Laserphysik und Lasertechnologie (Experimentell)	0	Seminar	2	
2	**Lerninhalt** Aktuelle, wechselnde Themen aus den Gebieten der Laserphysik, Laseroptik, und Lasertechnologie, d.h. der technischen Implementierung und Anwendung kohärenter Lichtquellen					
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden • kennen Grundlagen, Methoden, Implementierungen und Anwendungen der modernen Laserphysik, Laseroptik und Lasertechnologie • kennen Präsentationstechniken und Grundlagen der wissenschaftlichen Diskussion, • besitzen Fertigkeiten, sich in ein abgegrenztes experimentelles Themengebiet unter Rücksprache mit einem Betreuer selbständig einzuarbeiten, die physikalischen Sachverhalte zu durchdringen und sie für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen und • sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung, Präsentation und Diskussion auf wissenschaftlichem Niveau. • besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.					
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine					

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Experimentelles Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu konkreten Themen ausgegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Symmetries in Theoretical Physics

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2023	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Jens Braun

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-2023-se	Symmetries in Theoretical Physics	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

- Ausarbeitung und Halten einer wissenschaftlichen Präsentation aus dem Bereich der modernen Hadronen- und Teilchenphysik
- Es werden Einblicke in das Hadronenspektrum, die Quantenelektrodynamik, die Quantenchromodynamik, spontane Symmetriebrechung und den Higgs-Mechanismus vermittelt

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

- Selbständiges Einarbeiten in ein Themengebiet der Theoretischen Physik
- Ausarbeitung einer Präsentation des Themengebiets
- Freies Vortragen der selbst erstellten Präsentation
- Einblicke in die Rolle von Symmetrien in der modernen theoretischen Physik, mit Schwerpunkt auf Hadronen- und Teilchenphysik, Spontane Symmetriebrechung, Eichtheorien
- Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Theoretische Physik I-V)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt. Durch aktive Teilnahme an der Diskussion der Präsentationen kann ein Notenbonus bis zu 0,4 gewährt werden.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Theorie Seminar im Master Physik
9	**Literatur** T.P. Cheng und L.F. Li: Gauge theory of elementary particle physics S. Coleman: Aspects of Symmetry W. Greiner und B. Müller: Quantenmechanik – Symmetrien D. Griffiths: Introduction to Elementary Particles S. Scherer: Symmetrien und Gruppen in der Teilchenphysik
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Physikalische Modellierung in der Strahlenforschung

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2025	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	PD Dr. Thomas Friedrich

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-2025-se	Physikalische Modellierung in der Strahlenforschung	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Ionisierende Strahlung kann bereits bei moderaten Energiedepositionen große Schäden in biologischer Materie bewirken. Die Quantifizierung solcher Schäden ist im Strahlenschutz sowie bei der Strahlentherapie von Krebspatienten von großer Bedeutung. Die physikalischen und biologischen Vorgänge, die dabei eine Rolle spielen, sind komplex und geschehen in einem mehrschrittigen Prozess auf mehreren relevanten räumlichen und zeitlichen Größenordnungen. Die Entwicklung biophysikalischer Modelle zielt dabei auf eine einfache, aber hinreichend genaue Quantifizierung der Strahlenschädigung ab. Beispielsweise stellen hohe Bewertungsfaktoren für Ionenstrahlung bei der Berechnung der effektiven Äquivalentdosis ein einfaches biophysikalisches Modell dar.

In dem Seminar werden Modellansätze beleuchtet, die die Bestimmung von Strahlenschädigungen erlauben. Nach einer breiten Einführung ins Thema durch die Seminarleiter halten die Teilnehmer Vorträge zu ausgewählten Themen, wobei die Schritte zur Modellbildung, die zu Grunde liegenden Annahmen, die Anwendung sowie Validierung anhand experimenteller Daten thematisiert werden. Die entsprechenden Methoden reflektieren typische Techniken, die generell in anderen Gebieten der Physik und angewandten Mathematik im Kontext von Modellbildung eine Rolle spielen. Das Spektrum der Themen reicht von der Beschreibung von Ionisationsmustern nach Bestrahlung über Modelle zur Schadensinduktion und zum Zellüberleben bis hin zur Optimierung von Dosisverteilungen für den Einsatz in der Strahlentherapie.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden sollen einen Überblick über physikalische Methoden und Konzepte bekommen, die bei der Bewertung von biologischer Schädigung durch ionisierende Strahlung eine Rolle spielt. Dabei bewegt sich das Seminar thematisch auf einem interdisziplinären Gebiet in der gesamten Spannweite zwischen Grundlagenforschung und Anwendung, was den Studierenden verschiedene Perspektiven ermöglicht sowie in der Vorbereitung der Präsentationen abverlangt.

	Sie erlangen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Experimentelles Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu konkreten Themen ausgegeben Hall; Giaccia, Radiobiology for the radiologist, 8th edition, Wolters Kluwer, Philadelphia (2019).
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Many-Body Physics of Nuclei

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2030	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Ph. D. Achim Schwenk

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-2030-se	Many-Body Physics of Nuclei	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Das Seminar „Many-Body Physics of Nuclei" befasst sich mit weiterführenden Themen der theoretischen Kernphysik. Das Programm der Seminarvorträge beinhaltet z.B. Themen wie:

1) Many-Body Basis Sets and Optimization
2) Configuration Interaction Methods
3) Eigenvector Continuation
4) Coupled-Cluster Theory
5) In-Medium Similarity Renormalization Group
6) Beta Decay and Two-Body Currents
7) Model-Space Extrapolation and Artificial Neural Networks
8) Bayesian Uncertainty Quantification
9) Nuclear Equation of State and Applications to Neutron Stars
10) Fermi Liquid Theory

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Selbständiges Einarbeiten in ein Themengebiet der Theoretischen Kernphysik
Ausarbeitung einer Präsentation des Themengebiets
Freies Vortragen der selbst erstellten Präsentation
Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Theoretische Physik I-V, Höhere Quantenmechanik)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard)

	Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Theoretisches Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu konkreten Themen ausgegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Laser Plasma Physics and Applications of Laser-based Particle and Photon Sources

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2035	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-2035-se	Laser Plasma Physics and Applications of Laser-based Particle and Photon Sources	0	Veranstaltung	2

2 Lerninhalt

Es werden moderne Themen der Laser- und Plasmaphysik behandelt.
Einführung in die physikalischen Grundlagen der Laser-Materie-Wechselwirkung bei hohen Intensitäten.
Referate zu Themen der Laser- und Plasmaphysik (Besonders Laser-basierte Teilchen- und Photonenquellen und deren Anwendungen).
Typische Referatsthemen sind:
"Proton acceleration with high intensity lasers and applications in radiobiology"
"Electron acceleration in laser-driven wakefields"
"Betatron x-rays from laser-electron accelerators and their applications in x-ray imaging and spectroscopy"
"Inertial confinement fusion with high power lasers"
"Creating extreme states of matter with relevance in astrophysics using laser-solid interactions"
"Laser-based neutron sources and their applications in nondestructive material analysis"
"All-optical gamma ray sources by inverse Compton scattering and applications in nuclear physics"
"Generation of attosecond pulses by relativistically oscillating mirrors and applications in atomic physics"

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen die Grundlagen der Physik von Laser-produzierten Plasmen und Laser-basierten Photonen- und Teilchenquellen
• kennen ein aktuelles Forschungsfeld im Bereich der Laser- und Plasmaphysik, der Laser-basierten Teilchen- und Photonenquellen und deren Anwendungen
• kennen das Literaturstudium zu einem ausgewählten Thema im Bereich der Laser-basierten Photonen- und Teilchenquellen
• können ein ausgewähltes Thema in der Form eines Fachvortrags in englischer Sprache

	präsentieren haben die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik II und Kenntnisse in Laserphysik)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Experimentelles Seminar im Master Physik
9	**Literatur** zum Einführungsteil: P. Gibbon, „Short Pulse Laser Interactions with Matter: An Introduction", Imperial College Press zu den Fachvorträgen werden die Literatur bzw. die wissenschaftlichen Publikationen vom Dozenten bereitgestellt
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Current Topics of Structure and Dynamics in Soft Matter

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2220	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Regine von Klitzing

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-2220-se	Current Topics of Structure and Dynamics in Soft Matter	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Weiche Materie zeichnet sich durch ein komplexes strukturelles und dynamisches Verhalten aus, das einen großen Längen- und Zeitbereich überdeckt. Wir wollen diese Phänomene, ihre theoretische Beschreibung, und die zur Beobachtung erforderlichen experimentellen Methoden kennenlernen. Neben dem Erwerb grundlegender Kenntnisse soll auch Einblick in aktuelle Forschungsthemen gewonnen werden.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

• kennen Konzepte und Phänomene der Physik weicher Materie und kennen experimentelle Methoden zur Untersuchung dieser Eigenschaften, kennen Präsentationstechniken und wissen um Grundlagen der wissenschaftlichen Diskussion,

• besitzen Fertigkeiten in Modellbildung und in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und in einem Vortrag kommunizieren, können sich in ein abgegrenztes Themengebiet unter Rücksprache mit einem Betreuer selbständig einzuarbeiten, die physikalischen Sachverhalte zu durchdringen und sie für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen und

• sind kompetent in der Darstellung und Vermittlung physikalischer Zusammenhänge und in der Verwendung von Medien und

besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen: Grundkenntnisse in Festkörperphysik und in Physik Weicher Materie)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Experimentelles Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu konkreten Themen ausgegeben Einen Überblick über "Weiche Materie" gibt z.B. das Buch R. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford Master Series in Condensed Matter Physics
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Nuclear Structure and Astrophysics (Experiment)

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2907	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Aumann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-1742-se	Nuclear Structure and Astrophysics (Experiment	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Erzeugung radioaktiver Strahlen
Grundzustands-Eigenschaften von Kernen
Kollektive Eigenschaften von Kernen
Nukleare Zustandsgleichung
Reaktionen mit exotischen Kernen
Anwendungen in der nuklearen Astrophysik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen ausgewählte vertiefte Gebiete der Kernstrukturphysik und Nuklearen Astrophysik, kennen Präsentationstechniken und wissen um Grundlagen der wissenschaftlichen Diskussion,
• besitzen Fertigkeiten, sich in ein abgegrenztes Themengebiet unter Rücksprache mit einem Betreuer selbständig einzuarbeiten, die physikalischen Sachverhalte zu durchdringen und sie für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen und
• sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung, Präsentation und Diskussion auf wissenschaftlichem Niveau und
• besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Physik VI)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard)

	Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Experimentelles Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu den konkreten Themen angegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname					
Nuclear Astrophysics					
Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
05-27-2916	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	unregelmäßig
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		
Englisch			Prof. Dr. Almudena Arcones Segovia		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-2916-se	Nuclear Astrophysics	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Nukleosynthese im Urknall
Grundgleichungen der Sternentwicklung
Wasserstoffbrennen-
Sonne und solare Neutrinos
Schalenbrennen, Heliumbrennen, höhere Brennphasen
Supernovae
Neutronensterne Verschmelzung und Gravitationswelle

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

• kennen die grundlegenden kernphysikalischen Prozesse im Universum sowie deren Einfluss auf die Entwicklung astrophysikalischer Objekte und die Elementsynthese im Universum,

• kennen weitergehende Methoden der modernen theoretischen Physik und deren Anwendung auf Fragestellungen in der nuklearen Astrophysik

• wissen um Grundlagen der wissenschaftlichen Diskussion

• besitzen Fertigkeiten, sich in ein abgegrenztes Themengebiet unter Rücksprache mit einem Betreuer selbständig einzuarbeiten, die physikalischen Sachverhalte durchdringen und sie für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen

• sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung, Präsentation und Diskussion auf wissenschaftlichem Niveau.

	• besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Theoretisches Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu den konkreten Themen ausgegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Relativistic Heavy Ion Physics (experiment)

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2921	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. phil. nat. Tetyana Galatyuk

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-2422-se	Relativistic Heavy Ion Physics	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Alternating actual topics from the field of relativistic heavy ion physics, e.g.

- quarks, gluons, and hadrons
- kinematics of relativistic heavy ion collisions
- electromagnetic probes
- quarkonia and open heavy flavor
- hard probes and jets
- collective flow

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

The students

- know concepts and techniques on how to extract various signals from high energy heavy-ion collisions and interpret them
- are competent in the independent processing of tasks in the above-mentioned subject areas
- are able to work independently on a selected topic in consultation with a supervisor and present this to a student audience
- can competently answer questions about their own lecture and, on the basis of the knowledge acquired, actively participate in scientific discussions and drive these forward with their own questions

	• Students possess the skills for critical reflection and discussion of research results
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Experimentelles Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu den konkreten Themen angegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Relativistic Heavy Ion Physics (theory)

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2922	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Ph.D. Guy Moore

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-2422-se	Relativistic Heavy Ion Physics	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Alternating actual topics from the field of relativistic heavy ion physics, e.g.,
- quarks, gluons, and hadrons
- kinematics of relativistic heavy-ion collisions
- electromagnetic probes
- quarkonia and open heavy flavor
- hard probes and jets
- collective flow

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
- kennen Konzepte der theoretischen Beschreibung und Modellierung von Schwerionen-Kollisionen und dabei gemessenen Signalen sowie deren Grundlagen im Standardmodell, insbesondere der Theorie der starken Wechselwirkung,
- können sich unter Rücksprache mit einem Betreuer selbständig in ein abgegrenztes Themengebiet einarbeiten und dieses im Rahmen eines Vortrags einem studentischen Publikum präsentieren,
- können Fragen zum eigenen Vortrag kompetent beantworten und sich auf der Basis der erworbenen Kenntnisse aktiv in wissenschaftliche Diskussionen einbringen und diese durch eigene Fragen vorantreiben.
- besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Theorie-Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu den konkreten Themen angegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Statistische Physik von Netzwerken

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2930	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	jedes Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Barbara Drossel

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-1010-se	Theorie von Netzwerken	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

- Strukturelle Kenngrößen von Netzwerken
- Kleine-Welt-Netzwerke
- Skalenfreie Netzwerke
- Dynamik auf Booleschen Zufallsnetzen
- Wachstum von Netzwerken

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

- bekommen einen Überblick über die Physik von Netzwerken; dabei wird auf die Struktur, die Dynamik und die Evolution von Netzwerken eingegangen, sie kennen Präsentationstechniken und wissen um Grundlagen der wissenschaftlichen Diskussion,
- besitzen Fertigkeiten, sich in ein abgegrenztes Themengebiet unter Rücksprache mit einem Betreuer selbständig einzuarbeiten, die physikalischen Sachverhalte zu durchdringen und sie für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen und
- sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung, Präsentation und Diskussion auf wissenschaftlichem Niveau und erhalten die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard)

	Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Theorie Seminar im Master Physik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zu den konkreten Themen angegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Quanteninformation - Entwicklung, Protokolle, Technologien (Experimentell)

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2961	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Studiendekan*in

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-1141-se	Quanteninformation - Entwicklung, Protokolle, Technologien	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Bellsche Ungleichungen, Verschränkte Quantenzustände, Quantenmechanische Prozesse, experimentelle Aspekte von Teleportation, Quantencomputer (grundlegende Algorithmen, experimentelle Ansätze, universelle Quantengatter), Quantenkryptografie (grundlegende Quantenprotokolle, Einphotonlichtquellen)

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen ein aktuelles Forschungsthema aus dem Bereich der experimentellen Quanteninformation durch selbstständiges Literaturstudium, und kennen gängige Methoden aus dem Gebiet der Quanteninformation und wissen über wichtige Anwendungen dieser Methoden
• besitzen Fertigkeiten, aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich der experimentellen Quanteninformation zu analysieren und die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren und
• sind kompetent in der selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen aus dem genannten Themengebiet und besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard)

Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Experimentelles Seminar im Master Physik
9	**Literatur** wird je nach Vortragsthema vom/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Quanteninformation - Entwicklung, Protokolle, Technologien (Theorie)

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2962	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Studiendekan*in

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-1141-se	Quanteninformation - Entwicklung, Protokolle, Technologien	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Beispiele sind Bellsche Ungleichungen, Verschränkte Quantenzustände, Quantenmechanische Prozesse, theoretische Aspekte von Teleportation, Quantencomputer (grundlegende Algorithmen, universelle Quantengatter), Quantenkryptografie (grundlegende Quantenprotokolle, Einphotonlichtquellen)

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen ein aktuelles Forschungsthema aus dem Bereich der theoretischen Quanteninformation durch selbstständiges Literaturstudium, und kennen gängige Methoden aus dem Gebiet der Quanteninformation und wissen über wichtige Anwendungen dieser Methoden
• besitzen Fertigkeiten, aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich der theoretischen Quanteninformation zu analysieren und die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren und
• sind kompetent in der selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen aus dem genannten Themengebiet und besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard)

Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Theorie Seminar im Master Physik
9	**Literatur** wird je nach Vortragsthema vom/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

Kalte Atome - Von den Anfängen zu Anwendungen (Theorie)</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
05-27-2963</td><td>Kreditpunkte
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
120 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Wintersemester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Studiendekan*in</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls
<table>
<tr><th>Kurs Nr.</th><th>Kursname</th><th>Arbeitsaufwand (CP)</th><th>Lehrform</th><th>SWS</th></tr>
<tr><td>05-27-1982-se</td><td>Kalte Atome - Von den Anfängen zu Anwendungen</td><td>0</td><td>Seminar</td><td>2</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Theoretische Grundlagen der Laserkühlung, Kühlmethoden, Fallen, Atomlaser, -optik und -interferometrie, Bose-Einstein Kondensation, Optische Gitter, Photo-Assoziation, kalte Fermigase</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden
• kennen ein aktuelles Forschungsthema aus dem Bereich der theoretischen Physik der Kalten Atome durch selbstständiges Literaturstudium, und kennen gängige Methoden aus dem Gebiet der Quanteninformation und wissen über wichtige Anwendungen dieser Methoden
• besitzen Fertigkeiten, aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich der theoretischen Physik der Kalten Atome zu analysieren und die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren und
• sind kompetent in der selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen aus dem genannten Themengebiet und besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
keine</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard)

Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</td></tr>
</table>

	Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Theorie Seminar im Master Physik
9	**Literatur** wird je nach Vortragsthema vom/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname

Kalte Atome - Von den Anfängen zu Anwendungen (Experimentell)

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2964	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. D. Gerhard Birkl

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-27-1982-se	Kalte Atome - Von den Anfängen zu Anwendungen	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Experimentelle Grundlagen der Laserkühlung, Kühlmethoden, Fallen, Atomlaser, -optik und -interferometrie, Bose-Einstein Kondensation, Optische Gitter, Photo-Assoziation, kalte Fermigase

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

• kennen ein aktuelles Forschungsthema aus dem Bereich der experimentellen Physik der Kalten Atome durch selbstständiges Literaturstudium, und kennen gängige Methoden aus dem Gebiet der Quanteninformation und wissen über wichtige Anwendungen dieser Methoden

• besitzen Fertigkeiten, aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich der experimentellen Physik der Kalten Atome zu analysieren und die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren und

• sind kompetent in der selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen aus dem genannten Themengebiet und besitzen die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 30 Min, Standard)

Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Experimentelles Seminar im Master Physik
9	**Literatur** wird je nach Vortragsthema vom/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar** Die Präsenz bei den Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer*innen ist sinnvoll, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können und das Qualifikationsziel: "Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen" zu erwerben.

Modulbeschreibung

Modulname					
Schwerpunkt Physik und Technik von Beschleunigern					
Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
05-21-1350	13 CP	390 h	285 h	2 Semester	Jedes Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		
Deutsch und Englisch			Prof. Dr. rer. nat. Joachim Enders		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-3282-vl	Theoretical Nuclear Physics	0	Vorlesung	3
05-23-3282-ue	Theoretical Nuclear Physics	0	Übung	1
05-24-2014-vp	Experimentelle Grundlagen der Physik und Technik von Beschleunigern	0	Praktikum	1
18-bf-2010-vl	Beschleunigerphysik	0	Vorlesung	2

2 Lerninhalt

Theoretische Kernphysik:
Hilbertraum des nuklearen Vielteilchenproblems,
Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung,
Deuteron und Nukleon-Nukleon-Streuung,
Fermigas-Modell und Schalenmodell
Hartree-Fock-Näherung, Kollektive Anregungen und Grundzustandskorrelationen, Effektive Wechselwirkungen,
Moderne Methoden der Kernstrukturtheorie

Experimentelle Grundlagen der Physik und Technik von Beschleunigern:
Beschleunigertypen, Strahlführung und transversaler Phasenraum,
Beschleunigung und longitudinaler Phasenraum, Strahldiagnose,
Hochfrequenztechnik, Emittanzmessung, Strahldynamik
Einführung in die Beschleunigerphysik:
Synchrotron- und Betatronschwingungen, Resonanzen und
nichtlineare Dynamik, Intensitätseffekte, Impedanzen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

• kennen die grundlegenden theoretischen Konzepte und Methoden der Kernstrukturphysik. Sie wissen über Modelle zur Beschreibung von Kerneigenschaften, deren mikroskopischen Ursprung

	und deren Anwendungsgebiete Bescheid, z.B. Schalenmodell, Hartree-Fock-Näherung, und Random-Phase-Näherung, • besitzen Fertigkeiten in der theoretischen Bearbeitung und der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze für die Beschreibung des nuklearen Vielteilchenproblems, so dass Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen mit den erlernten theoretischen Methoden bearbeitet werden können, • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Anwendungsmöglichkeiten und Gültigkeitsgrenzen von kernphysikalischer Modelle und Methoden einschätzen zu können. Die Studierenden •wissen um Begriffe, Konzepte und Methoden der Beschleunigerphysik auf vertieftem Niveau und haben technische Aspekte der Beschleunigerphysik kennen gelernt, • besitzen Fertigkeiten in wichtigen Messmethoden und theoretischen Konzepten auf diesen Gebieten können diese auf Aufgaben in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren und • sind kompetent in der Arbeit im Labor und sind in der Lage, messtechnische Probleme der Beschleunigerphysik anzugehen und ihre Messungen kritisch einzuschätzen sowie Strahlparameter abzuschätzen. Die Studierenden • sind in der Lage, die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die in den einzelnen Lehrveranstaltungen vermittelt wurden, zu vernetzen, so dass sie kompetent werden, beschleunigerrelevante Arbeiten zur Kernphysik und zu Anwendungen der Kernphysik auszuführen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik VI)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Bausteinbegleitende Prüfung: • [05-24-2014-vp] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Für 05-24-2014-vp Experimentelle Grundlagen der Physik und Technik von Beschleunigern muss ein Praktikumsbericht erstellt werden.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung und bestandene Studienleistung
7	**Benotung**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) Bausteinbegleitende Prüfung: • [05-24-2014-vp] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik, für den Studienschwerpunkt „B“ - Physik und Technik von Beschleunigern
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Ring, Schuck, The Nuclear Many-Body Problem Bohr, Mottelson, Nuclear Structure (Vol. 1 + 2) Greiner, Theretische Physik Band 10: Kernphysik Wille, Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen Wiedemann, Accelerator Physics (1 + 2)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Schwerpunkt Physik der kondensierten Materie					
Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
05-21-1352	13 CP	390 h	270 h	2 Semester	Jedes Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		
Deutsch			Prof. Dr. rer. nat. Regine von Klitzing		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2101-vl	Theorie kondensierter Materie	0	Vorlesung	3
05-21-3312-vl	Experimentelle Physik kondensierter Materie	0	Vorlesung	3
05-23-2101-ue	Theorie kondensierter Materie	0	Übung	1
05-23-3312-ue	Experimentelle Physik kondensierter Materie	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Experimentelle Physik kondensierter Materie:
Supraleitung, Dielektrische Festkörper und Flüssigkeiten, Legierungen, Mischungen; Gläser, Polymere Festkörper, Flüssigkristalle, Kolloidale Dispersionen

Theorie kondensierter Materie:
Phasen kondensierter Materie und Ordnungsparameter, Kristallstrukturen, Bindungstypen, Dynamik elementarer Bausteine wie Valenzelektronen und Ionenrümpfe, Modellbildung im Bereich kondensierter Materie, Korrelationen und Dynamik an ausgesuchten Problemstellungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen die Phänomene und physikalischen Modelle der Supraleitung, kennen die physikalischen Prozesse, die zu den dielektrischen Eigenschaften beitragen, kennen Konzepte zur Strukturbeschreibung und zur Dynamik teilgeordneter Systeme
• besitzen Fertigkeiten in Modellbildung und in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren,
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können.
• Die Studierenden kennen verschiedene Erscheinungsformen kondensierter Materie und die formale Beschreibung über die wichtigsten Strukturmerkmale,
• verstehen das Zusammenwirken der fundamentalen Bausteine, Elektronen und Ionenrümpfe,

	in Gleichgewichtsphasen und Transportvorgängen und können grundlegende Zusammenhänge mit den in den Kursvorlesungen Theoretische Physik erlernten Methoden nachvollziehen und kommunizieren und • sind kompetent in der selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten, insbesondere Strukturbestimmung, Transport, Spektroskopie, Magnetismus, Supraleitung, usw., und können dort quantitative Methoden und Modelle zur Erklärung experimenteller Ergebnisse einsetzen. • Insbesondere sind die Studierenden in der Lage, die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die im Rahmen der beiden Vertiefenden Vorlesungen erworben wurden, miteinander und mit dem physikalischen Grundwissen zu vernetzen. Dadurch sind die Studierenden in der Lage, Probleme aus der Theoretischen und Experimentellen Physik der kondensierten Materie selbständig zu bearbeiten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik V)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik für den Studienschwerpunkt „F“ - Physik der kondensierten Materie
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Ashcroft, Mermin, Solid State Physics Chaikin, Lubensky, Principles of condensed matter physics Ibach, Lüth, Festkörperphysik Strobl, Physik kondensierter Materie Jones, Soft Condensed Matter
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Schwerpunkt Quantentechnologie					
Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
05-21-1360	13 CP	390 h	270 h	2 Semester	Jedes Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		
Deutsch			Studiendekan*in		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-1951-vl	Theoretische Quantenoptik	0	Vorlesung	3
05-21-3060-vl	Experimentelle Quantenoptik	0	Vorlesung	3
05-23-1951-ue	Theoretische Quantenoptik	0	Übung	1
05-23-3060-ue	Experimentelle Quantenoptik	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Experimentelle Quantenoptik:
Wechselwirkung von Strahlung und Atomen
Resonanzfluoreszenz
Laserkühlung
Fallen für Atome und Ionen
Bose-Einstein-Kondensation
Quanteninformationsverarbeitung mit Atomen
Anwendungen zu den jeweiligen Themenfeldern

Theoretische Quantenoptik:
Eigenschaften und Nachweis optischer Strahlung,
Wechselwirkung zwischen Materie und optischen elektromagnetischen Wellen,
Quantenaspekte optischer elektromagnetischer Strahlung,
Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• wissen um die Grundlagen der Quantenoptik
• besitzen Fertigkeiten in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze der Quantenoptik und können diese auf Aufgabenstellungen im genannten Bereich anwenden und kommunizieren,
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und möglichen Anwendungen,
• kennen wichtige Methoden der Quantenoptik ausgehend von den zu Grunde liegenden physikalischen Prozessen,

	• kennen gängige Methoden zur Untersuchung elektromagnetischer Strahlung im optischen Frequenzbereich und wissen über wichtige Anwendungen der Methoden im Bereich der Quantenoptik • besitzen Fertigkeiten, einfache materielle Systeme, wie Atome, und deren Wechselwirkung mit elektromagnetischer Strahlung im optischen Frequenzbereich zu analysieren und quantitative Abschätzungen zu wichtigen Kenngrößen zu machen und auf Aufgabenstellungen anzuwenden, sowie die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren, • sind kompetent in der selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Einsatzmöglichkeiten von quantenoptischen Methoden einzuschätzen, und • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen Physik III
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik, für den Studienschwerpunkt „Q“ – Quantentechnologie
9	**Literatur** wird vom/der Dozent*in angegeben; Beispiele: H-A. Bachor: A Guide to Experiments in Quantum Optics; J. Weiner, P.-T. Ho: Light-Matter Interaction L. Mandel, E. Wolf: Optical Coherence and Quantum Optics S.M. Barnett, P. M. Radmore: Methods in Theoretical Quantum Optics
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Focus High Energy Density in Matter

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-1355	13 CP	390 h	270 h	2 Semester	Jedes Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-1481-vl	Intense Laser Beams	0	Vorlesung	3
05-21-3212-vl	Atoms and Ions in Plasma	0	Vorlesung	3
05-23-1481-ue	Intense Laser Beams	0	Übung	1
05-23-3212-ue	Atoms and Ions in Plasma	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Ions and Atoms in Plasma:
Generation and characterization of plasma, plasma parameter, ionization and recombination processes, Coulomb scattering, conductivity, electric and magnetic fields in plasma, confinement, waves in plasma, fluid- and kinetic plasma description, Landau-damping, Saha-equation, equilibrium and instabilities, shock waves, warm dense matter, plasma accelerators

Intense Laser Beams:
Laser Materials, Special aspects of high energy lasers, Non-linear refraction index and B-integral, Modern laser concepts, architecture, pulse shaping, Short-pulse and CPA- lasers, Laser-plasma interaction, Ultra-intense laser matter interaction, Diagnostics of relativistic laser plasmas, Harmonic generation, Particle acceleration

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

The students:
• know the fundamental concepts of plasma description, the generation of plasma and measurement of plasma parameter •can distinguish between ideal and non-ideal plasma • know the basic concepts of magneto- and inertial fusion • are familiar with basic plasma diagnostic concepts and can explain the difference between plasma in equilibrium and non-equilibrium states of matter • know the interaction of e.m. fields and waves with plasma
• can explain the origin and growth of instabilities in plasma

The students:
• know the use and properties of different laser materials • can explain modern laser architecture and their specifics • know the special aspects of high-energy laser systems
• have a profound understanding in the design and use of short pulse CPA lasers, their

	characterization and the use of lasers in basic science experiments
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik V)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik für den Studienschwerpunkt „H“ - High Energy Density in Matter
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Chen: Introduction into Plasma Physics and controlled Fusion, Vol.1 William Kruer: The principles of laser plasma interactions S. Elizier: The Interaction of High-Power Lasers with Matter W. Koechner: Solid State Laser Engineering A.E. Siegman: Lasers
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Focus Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics					
Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
05-21-1357	13 CP	390 h	270 h	2 Semester	Jedes Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		
Englisch			Studiendekan*in		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-3282-vl	Theoretical Nuclear Physics	0	Vorlesung	3
05-21-3421-vl	Experimental Nuclear Physics	0	Vorlesung	3
05-23-3282-ue	Theoretical Nuclear Physics	0	Übung	1
05-23-3421-ue	Experimental Nuclear Physics	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Theoretische Kernphysik:
Hilbertraum des nuklearen Vielteilchenproblems,
Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung,
Deuteron und Nukleon-Nukleon-Streuung,
Fermigas-Modell und Schalenmodell,
Hartree-Fock-Näherung, Kollektive Anregungen und Grundzustandskorrelationen,
Effektive Wechselwirkungen,
Moderne Methoden der Kernstrukturtheorie

Experimentelle Kernphysik:
Bausteine der Materie,
Kernphysik mit radioaktiven Strahlen,
Produktion radioaktiver Strahlen,
Grundzustandseigeschaften von Kernen,
Kollektive Eigenschaften von Kernen,
Zustandsgleichung von Kernmaterie und Symmetrieenergie,
Verbindungen zur nuklearen Astrophysik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen die grundlegenden theoretischen Konzepte und Methoden der Kernstrukturphysik. Sie wissen über Modelle zur Beschreibung von Kerneigenschaften, deren mikroskopischen Ursprung und deren Anwendungsgebiete Bescheid, z.B. Schalenmodell, Hartree-Fock-Näherung, und Random-Phase-Näherung,
• besitzen Fertigkeiten in der theoretischen Bearbeitung und der Formulierung mathematisch-

	physikalischer Ansätze für die Beschreibung des nuklearen Vielteilchenproblems, so dass Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen mit den erlernten theoretischen Methoden bearbeitet werden können, • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Anwendungsmöglichkeiten und Gültigkeitsgrenzen von kernphysikalischer Modelle und Methoden einschätzen zu können. Die Studierenden • kennen vertieft Begriffe, Konzepte und Methoden der Kern- und Elementarteilchenphysik und wissen über die Struktur der Atomkerne und Teilchen Bescheid, sie kennen die Bausteine der Materie und haben ein phänomenologisches Verständnis der zu Grunde liegenden Wechselwirkungen und der Experimente zur Untersuchung der Struktur, • besitzen Fertigkeiten, die Konzepte, Methoden und Experimente zu beschreiben, nachzuvollziehen und auf Problemstellungen anzuwenden und die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren und • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Aufgabenstellungen der experimentellen Kern- und Teilchenphysik. Die Studierenden • sind insbesondere in der Lage, die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die in den beiden Vorlesungen vermittelt wurden, zu vernetzen und auf experimentelle und theoretische Fragestellungen in Kern- und Teilchenphysik anzuwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik VI)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik, für den Studienschwerpunkt „K“ - Kernphysik und Nukleare Astrophysik
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Ring, Schuck: The Nuclear Many-Body Problem

	Bohr, Mottelson: Nuclear Structure (Vol. 1 u. 2) Greiner, Theoretische Physik Bd. 10: Kernphysik Henley, Garcia: Subatomic Physics Perkins: Introduction to High-Energy Physics
10	**Kommentar**

Spezialvorlesungen und Physikalische Wahlfächer

Hier finden Sie eine Auswahl an Spezialvorlesungen und Physikalischen Wahlfächern.
Das aktuelle Angebot, welches ständig gemäß den aktuellen Forschungsgebieten erweitert wird, finden Sie immer im jeweiligen Semester in TUCaN.

Modulname

Experimentelle Physik kondensierter Materie

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-1440	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Regine von Klitzing Prof. Dr. Michael Vogel

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-3312-vl	Experimentelle Physik kondensierter Materie	0	Vorlesung	3
05-23-3312-ue	Experimentelle Physik kondensierter Materie	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Supraleitung
Dielektrische Festkörper und Flüssigkeiten
Legierungen, Mischungen; Gläser
Polymere Festkörper
Flüssigkristalle, Kolloidale Dispersionen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen die Phänomene und physikalischen Modelle der Supraleitung, kennen die physikalischen Prozesse, die zu den dielektrischen Eigenschaften beitragen, kennen Konzepte zur Strukturbeschreibung und zur Dynamik teilgeordneter Systeme
• besitzen Fertigkeiten in Modellbildung und in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren,
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können.
• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu

	handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik V)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Spezialvorlesung oder Physikalisches Wahlfach für Studierende der Studienschwerpunkte „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Ibach; Lüth: Festkörperphysik Strobl: Physik kondensierter Materie Jones: Soft Condensed Matter
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Atoms and Ions in Plasma

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-1460	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Markus Roth

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-3212-vl	Atoms and Ions in Plasma	0	Vorlesung	3
05-23-3212-ue	Atoms and Ions in Plasma	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Erzeugung und Charakterisierung von Plasmen und Plasmaparameter
Stoßionisation, Coulombstöße, Leitfähigkeit
Wellen in Plasmen
Kinetische Plasmatheorie
Landaudämpfung
Saha Gleichung; Beam Target Interaction
Plasmadiagnostik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen die grundlegenden Konzepte der Plasmaphysik, der Erzeugung von Plasmen und die Methoden zur Messung der Plasmaparameter. Sie können unterscheiden zwischen den Konzepten idealer Plasmen und Plasmen mit starkem Kopplungsparameter. Sie sind vertraut mit den wichtigsten Anwendungen der Plasmaphysik in der Magnetfusion und Trägheitsfusion,
• besitzen Fertigkeiten, verschiedene Methoden der Plasmadiagnostik einzusetzen, sie können den Ionisationsgrad von Plasmen abschätzen und die Bewegung von Plasmen unter dem Einfluss von Magnetfeldern berechnen und Aussagen über die Stabilität bzw. Instabilität von Plasmaeinschlüssen machen.
Die Studierenden
• können Teilaspekte der Hydrodynamik, Atomphysik in Plasmen und starken Feldern, sowie Wechselwirkung von intensiven Teilchenstrahlen und Lasern mit Materie im Hinblick auf die Anwendungen in der Erzeugung dichter Plasmen analysieren , quantitative Abschätzungen zu wichtigen Kenngrößen machen und auf experimentelle Aufgabenstellungen anwenden sowie die erworbenen Kenntnisse kommunizieren

	• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Einsatzmöglichkeiten der erarbeiteten Methoden der Plasmaphysik und hier speziell der Plasmaphysik mit schweren Ionen einschätzen zu können. • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Spezialvorlesung oder Physikalisches Wahlfach für Studierende der Studienschwerpunkte „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „ B: Physik und Technik von Beschleunigern“.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: J.A. Bittencourt: Fundamentals of Plasma Physics R.O. Dendy, Plasma Physics
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Experimental Nuclear Physics

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-1465	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Thomas Aumann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-3421-vl	Experimental Nuclear Physics	0	Vorlesung	3
05-23-3421-ue	Experimental Nuclear Physics	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Bausteine der Materie,
Kernphysik mit radioaktiven Strahlen,
Produktion radioaktiver Strahlen,
Grundzustandseigenschaften von Kernen,
Kollektive Eigenschaften von Kernen,
Zustandsgleichung von Kernmaterie und Symmetrieenergie,
Verbindungen zur nuklearen Astrophysik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen vertieft Begriffe, Konzepte und Methoden der Kernphysik und wissen über die Struktur der Atomkerne Bescheid, sie kennen die Bausteine der Materie und haben ein phänomenologisches Verständnis der zu Grunde liegenden Wechselwirkungen und der Experimente zur Untersuchung der Struktur,
• besitzen Fertigkeiten, die Konzepte, Methoden und Experimente zu beschreiben, nachzuvollziehen und auf Problemstellungen anzuwenden und die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren und
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Aufgabenstellungen der experimentellen Kernphysik.
• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Physik VI)

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Spezialvorlesung oder Physikalisches Wahlfach für Studierende der Studienschwerpunkte „Q: Quantentechnologie“, „H: High Energy Density in Matter“, „F: Physik der Kondensierten Materie “, und „B: Physik und Technik von Beschleunigern: Veranstaltungen ohne Vertiefende Vorlesungen “
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Henley, Garcia, Subatomic Physics Perkins, Introduction to High-Energy Physics
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Moderne Optik

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2026	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Gerhard Birkl

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-3060-vl	Experimentelle Quantenoptik	0	Vorlesung	3
05-23-3060-ue	Experimentelle Quantenoptik	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Wechselwirkung von Strahlung und Atomen
Resonanzfluoreszenz
Laserkühlung
Fallen für Atome und Ionen
Bose-Einstein-Kondensation
Quanteninformationsverarbeitung mit Atomen
Anwendungen zu den jeweiligen Themenfeldern

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• wissen um die Grundlagen der experimentellen Quantenoptik
• besitzen Fertigkeiten in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze der experimentellen Quantenoptik und können diese auf Aufgabenstellungen im genannten Bereich anwenden und kommunizieren,
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und möglichen Anwendungen,
• kennen wichtige Methoden der experimentellen Quantenoptik ausgehend von den zu Grunde liegenden physikalischen Prozessen,
• kennen gängige Methoden zur Untersuchung elektromagnetischer Strahlung im optischen Frequenzbereich und wissen über wichtige Anwendungen der Methoden im Bereich der experimentellen Quantenoptik
• besitzen Fertigkeiten, einfache materielle Systeme, wie Atome, und deren Wechselwirkung mit elektromagnetischer Strahlung im optischen Frequenzbereich zu analysieren und quantitative Abschätzungen zu wichtigen Kenngrößen zu machen und auf Aufgabenstellungen anzuwenden, sowie die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren,
• sind kompetent in der selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten

	Themengebieten und sind in der Lage, Einsatzmöglichkeiten von experimentellen, quantenoptischen Methoden einzuschätzen, und • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik III)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Spezialvorlesung oder; Physikalisches Wahlfach für Studierende der Studienschwerpunkte „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“, „H: High Energy Density in Matter“, „F: Physik der Kondensierten Materie“, und „B: Physik und Technik von Beschleunigern“
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben; Beispiele: H-A. Bachor: A Guide to Experiments in Quantum Optics; J. Weiner, P.-T. Ho: Light-Matter Interaction
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Angewandte Optik

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-1485	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Gerhard Birkl

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-4121-vl	Angewandte Optik	0	Vorlesung	3
05-23-4121-ue	Angewandte Optik	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Effekte in der Optik,
Instrumentierung der Optik,
Anwendungen der Optik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• wissen um die Grundlagen, Funktionen und Anwendungen von typischer Instrumentierung in der Optik
• besitzen Fertigkeiten in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze zur Manipulation von Licht und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren und
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und sind in der Lage, technische Aspekte der Optik zu analysieren und mögliche Anwendungen einzuschätzen,
• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Physik III)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden)

	Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“oder „F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „Q: Quantentechnologie“ gewählt haben.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben; Beispiele: Saleh, Teich: Fundamentals of Photonics
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Weiche Materie: Moderne Forschungsmethoden

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2021	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Emanuel Johannes Friedrich Schneck

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2021-vl	Weiche Materie: Moderne Forschungsmethoden	0	Vorlesung	3
05-23-2021-ue	Weiche Materie: Moderne Forschungsmethoden	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Experimentelle Methoden zur Untersuchung von Struktur und Dynamik weicher Materie

- Mikroskopie (Licht-, Fluoreszenz-, Superresolution-, Elektronen-)
- Rasterkraftmikroskopie
- Röntgen-/Neutronenstreumethoden (Kleinwinkelstreuung, Kristallografie, Reflektometrie , Röntgenfluoreszenz)

- weitere Oberflächencharakterisierungsmethoden
- Messung von Kräften (Rheologie, Surface-force-apparatus, Colloidal Probe)
- Messung von Molekül- und Partikeldynamik (Dyn. Lichtstreuung, Fluoreszenzkorrelationsspektrosk.)

Theoretische Methoden zur Beschreibung des Verhaltens weicher Materie
- molekulare und Multiskalensimulationsmethoden
- Herleitung und Anwendung von vergröberten molekularen Kraftfeldmodellen (Polymere, Biomoleküle)
- Entwicklung statistischer Beschreibungen weicher Materie (klassische Dichtefunktionaltheorie, stochastische Prozesse, kinetische Theorien)
- Brownsche Dynamik Simulationsmethoden

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• haben einen Überblick über verschiedene experimentellen Methoden zur Untersuchung von Struktur und Dynamik weicher Materie auf verschiedenen Längen- und Zeitskalen.
• kennen die zugrundeliegenden Messprinzipien.

	• haben einen Überblick über verschiedene theoretische und simulationsbasierte Methoden zur Beschreibung des Verhaltens von weicher Materie. • kennen die zugrundeliegenden mathematischen und physikalischen Konzepte. • kennen die Vorteile und Limitationen der verschiedenen experimentellen und theoretischen Methoden. • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können. • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „F: Physik der Kondensierten Materie “ gewählt haben.
9	**Literatur** - J. Israelachvili: Intermolecular and Surface Forces

	- Als-Nielsen & McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics - Pratim Mondal & Diaspro: Fundamentals of Fluorescence Microscopy - Frenkel & Smit: Understanding Molecular Simulation - M.P. Allen & D.J. Tildesley, Computer Simulation of Liquids - M. Doi, S.F. Edwards, The Theory of Polymer Dynamics - H. Risken, The Fokker-Planck Equation
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Laser Spektroscopy of Exotic Systems

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2400	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Wilfried Nörtershäuser

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2400-vl	Laser Spectroscopy of Exotic Systems	0	Vorlesung	3
05-23-2400-ue	Laser Spectroscopy of Exotic Systems	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Erzeugung exotischer Systeme, Präparation für die Laserspektroskopie (Kühl- und Speichermethoden), spektroskopische Methoden

Spektroskopie an wasserstoffartigen Systemen: Wasserstoff, myonische Atome, Antimaterie, Positronium und andere atomare Systeme mit exotischen Komponenten, CPT Theorem, Penningfallen, magnetische Fallen für Atome.

Techniken der Spektroskopie an hochgeladenen Ionen in Speicherringen und Fallen: Speicherung und Kühlung von Ionen in Speicherringen, Fluoreszenzspektroskopie, Paulfallen, logische Spektroskopie, hochgeladene Ionen und Tests der Quantenelektrodynamik in starken Feldern, Ives Stilwell Test der speziellen Relativitätstheorie.

Anwendungen der Laserspektroskopie zur Aufklärung der Kernstruktur: Erzeugung kurzlebiger Isotope, Isotopieverschiebung, magnetische und elektrische Hyperfeinstruktur, kollineare Laserspektroskopie, Resonanzionisation, Speicherung von Atomen und Ionen, optisches Pumpen und beta-Asymmetrie, Halokerne, Isomere, superschwere Kerne

Grundlagen der elektroschwachen Wechselwirkung, Paritätsverletzung in Atomen, Laserspektroskopie zur Bestimmung der schwachen Ladung und des nuklearen Anapolmomentes

Suche nach elektrischen Dipolmomenten in Atomen und Molekülen, CP-Verletzung, Breit-Rabi-Methode, optischer Nachweis der Spin-Präzession

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

- kennen wichtige Methoden der Laserspektroskopie, die bei Experimenten an Beschleunigern

	und exotischen Systemen zum Einsatz kommen. Sie wissen über Anwendungen der Laserspektroskopie im Bereich der Kern- und Teilchenphysik, ausgehend von den zugrunde liegenden physikalischen Prozessen bis hin zur Erzeugung elektronisch registrierbarer Signale Bescheid. Sie kennen gängige Typen von Detektoren, Speicher- und Kühltechniken für Ionen und Atome. • besitzen Fertigkeiten, Lasertypen und Nachweissysteme der Laserspektroskopie für Experimente in der Kern- und Teilchenphysik im Hinblick auf Anwendungen zu analysieren, quantitative Abschätzungen zu wichtigen Kenngrößen zu machen und auf Aufgabenstellungen anzuwenden sowie die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren und • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Einsatzmöglichkeiten laserspektroskopischer Techniken und Messapparate einschätzen zu können. • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik I-IV, Physik VI oder Moderne Optik)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „K: Nuclear Physics

	and Nuclear Astrophysics“ gewählt haben.
9	**Literatur** Von dem/der Dozent*in angegeben, Übersichtartikel (kein Lehrbuch vorhanden, dass alle Teilgebiete abdeckt), ausgewählte Fachartikel
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Beschleunigerphysik					
Modul Nr. 05-21-2657	**Kreditpunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Sommersemester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Joachim Enders		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-24-2014-vp	Experimentelle Grundlagen der Physik und Technik von Beschleunigern	0	Praktikum	1
18-bf-2010-vl	Beschleunigerphysik	0	Vorlesung	2

2 Lerninhalt

Experimentelle Grundlagen der Physik und Technik von Beschleunigern:
Beschleunigertypen, Strahlführung und transversaler Phasenraum,
Beschleunigung und longitudinaler Phasenraum, Strahldiagnose,
Hochfrequenztechnik, Emittanzmessung, Strahldynamik
Einführung in die Beschleunigerphysik:
Synchrotron- und Betatronschwingungen, Resonanzen und
nichtlineare Dynamik, Intensitätseffekte, Impedanzen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• wissen um Begriffe, Konzepte und Methoden der Beschleunigerphysik auf vertieftem Niveau und haben technische Aspekte der Beschleunigerphysik kennen gelernt,
• besitzen Fertigkeiten in wichtigen Messmethoden und theoretischen Konzepten auf diesen Gebieten können diese auf Aufgaben in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren,
• sind kompetent in der Arbeit im Labor und sind in der Lage, messtechnische Probleme der Beschleunigerphysik anzugehen und ihre Messungen kritisch einzuschätzen sowie Strahlparameter abzuschätzen und
• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „B: Physik und Technik von Beschleunigern“ gewählt haben.
9	**Literatur** Von dem/der Dozent*in angegeben, z.B. Wille, Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen Wiedemann, Accelerator Physics (1 + 2)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Physics of Relativistic Heavy Ion Collisions					
Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
05-21-2665	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Sommersemester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		
Englisch			Prof. Dr. Tetyana Galatyuk		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2091-vl	Physics of Relativistic Heavy Ion Collisions	0	Vorlesung	3
05-23-2091-ue	Physics of Relativistic Heavy Ion Collisions	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Introduction
Kinematics
Accelerators and the design of experiments
Measurement of global observables and the Glauber Model
Nucleon-Nucleon and Nucleus-Nucleus collisions
Collective effects
Thermodynamics
Measurement of hadron yields and the statistical model of particle production at chemical freeze out
Chiral symmetry and the generation of mass
Dilepton spectra at low mass and thermal photons
The physics of charm
Jets and high-momentum particles

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

The aim of this course is overview on physics of nucleus-nucleus collisions at (ultra)relativistic energies with emphasis on experimental results. Exercises in the form of "Journal Club" (presentation and discussion of recent papers) and analysis of the experimental data using ROOT framework - an object oriented data analysis framework
The students

- have an overview of the mechanisms of heavy ion collisions and know the basics of high energy physics

	• know concepts and techniques on how to extract various signals from high energy heavy-ion collisions and interpret them • have the skills to assign and apply the basic terms • are competent in the independent processing of tasks in the above-mentioned subject areas • are able to work independently on a delimited topic in consultation with a supervisor and present this to a student audience • can competently answer questions about their own lecture and, on the basis of the knowledge acquired, actively participate in scientific discussions and drive these forward with their own questions • have the ability to critically discuss research results • are able to embed technical content in the social context, critically assess the consequences and to act ethically and responsibly accordingly
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten "K: Nuclear Physics and nuclear Astrophysics“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“

	oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ gewählt haben.
9	**Literatur** F. Halzen and A.D. Martin, "Quarks and leptons: an introductory course in modern particle physics", Wiley, 1984 D. Perkins, Hochenergiephysik, Addison-Wesley, 1991 E.M. Henley and A. Garcia, "Subatomic Physics", World Scientific Publishing, 2007 J. Rafelski and J. Letessier, "Hadrons and Quark-Gluon Plasma", Cambridge University Press
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Physik weicher Materie

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2780	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Regine von Klitzing

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2561-vl	Physik weicher Materie	0	Vorlesung	3
05-23-2561-ue	Physik weicher Materie	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Phasenübergänge
Wechselwirkung und Struktur in Kolloiden und Polymeren
Brownsche Bewegung, dynamische Streuexperimente
Dynamik in Kolloiden und Polymerschmelzen
Selbstorganisation komplexer Phasen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen besonderen mechanischen Eigenschaften und die Struktur weicher Materie, kennen Kristallisations-, Aggregations- und Entmischungsvorgänge und
• besitzen Fertigkeiten in Modellbildung und in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren,
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können,
• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „F: Physik der Kondensierten Materie“ gewählt haben.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Strobl: The Physics of Polymers Jones: Soft Condensed Matter Hamley: Introduction to Soft Matter
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Laserphysik: Grundlagen

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2855	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Thomas Halfmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-3032-vl	Laserphysik: Grundlagen	0	Vorlesung	3
05-22-3032-ue	Laserphysik: Grundlagen	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Wechselwirkung Licht-Materie und Lichtverstärkung, Optik Gauss'scher Strahlen und optische Resonatoren, Laser-Systeme und Pump-Prozesse, Nichtlineare Optik und Frequenzkonversion

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

• wissen um die Verstärkung von Licht durch stimulierte Emission, kennen den Aufbau und die Funktion von optischen Resonatoren und wissen um Anwendungen lasergestützter, optischer Technologien,

• besitzen Fertigkeiten in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze zur Verstärkung von Licht und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren,

• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und sind in der Lage, Laser-Prozesse und Laser-Systeme zu analysieren und mögliche Anwendungen einzuschätzen, und

• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Physik I-IV)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden)

	Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „O: Moderne Optik“ gewählt haben.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Kneubühl/Sigrist : Laser ; Eberly/Milonni : Lasers
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Laserphysik: Anwendungen

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2856	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Thomas Walther

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2102-vl	Laserphysik: Anwendungen	0	Vorlesung	3
05-23-2102-ue	Laserphysik: Anwendungen	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Beispiele für Anwendungen des Lasers aus verschiedenen Gebieten wie Informationsverarbeitung, Umweltmesstechnik, Sensorik, Messtechnik, Werkstoffverarbeitung, Medizin, etc.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• wissen um wissenschaftliche und technologische Anwendungsgebiete des Lasers,
• besitzen Fertigkeiten in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze auf diesen Gebieten können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren,
• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und sind in der Lage, andere Anwendungen einzuschätzen und
• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Laserphysik: Grundlagen)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden)

Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min),

	(ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „Q: Quantentechnologie“ gewählt haben.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Kneubühl;Sigrist : Laser ; Eberly;Milonni : Lasers
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Theoretical Nuclear Physics

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-1410	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Hans-Werner Hammer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-3282-vl	Theoretical Nuclear Physics	0	Vorlesung	3
05-23-3282-ue	Theoretical Nuclear Physics	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Hilbertraum des nuklearen Vielteilchenproblems,
Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung,
Deuteron und Nukleon-Nukleon-Streuung,
Fermigas-Modell und Schalenmodell,
Hartree-Fock-Näherung, Kollektive Anregungen und Grundzustandskorrelationen,
Effektive Wechselwirkungen,
Moderne Methoden der Kernstrukturtheorie

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

• kennen die grundlegenden theoretischen Konzepte und Methoden der Kernstrukturphysik. Sie wissen über Modelle zur Beschreibung von Kerneigenschaften, deren mikroskopischen Ursprung und deren Anwendungsgebiete, z.B. Schalenmodell, Hartree-Fock-Näherung, und Random-Phase-Näherung,

• besitzen Fertigkeiten in der theoretischen Bearbeitung und der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze für die Beschreibung des nuklearen Vielteilchenproblems, so dass Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen mit den erlernten theoretischen Methoden bearbeitet werden können,

• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Anwendungsmöglichkeiten und Gültigkeitsgrenzen von kernphysikalischer Methoden einzuschätzen,

• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

	keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Spezialvorlesung oder Physikalisches Wahlfach für Studierende der Studienschwerpunkte „Q: Quantentechnologie“, „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Theorie kondensierter Materie

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-1414	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Barbara Drossel

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2101-vl	Theorie kondensierter Materie	0	Vorlesung	3
05-23-2101-ue	Theorie kondensierter Materie	0	Übung	1

2 Lerninhalt

• Vielteilchentheorie zur Beschreibung von Elektronen im Festkörper (insbesondere Teilchenzahldarstellung)
• Anwendung dieses Apparats auf ein nichttriviales Phänomen (z.B. Theorie der Supraleitung)
• Ergänzend und fakultativ: Ausgewählte Kapitel aus der höheren statistischen Physik, der Festkörperphysik, der Theorie weicher Materie, und/oder der Kontinuumsmechanik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden haben ein grundsätzliches Verständnis der Struktur der Materie und deren Dynamik, sowie für moderne theoretische Konzepte zu deren Beschreibung. Sie sind in der Lage, komplexe Problemstellungen auf diesem Gebiet selbstständig und systematisch zu bearbeiten und zu kommunizieren, und fortgeschrittene theoretische Literatur zu der Thematik nachzuvollziehen. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Physik V)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden)

Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min),
(ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine

	Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Spezialvorlesung oder Physikalisches Wahlfach für Studierende der Studienschwerpunkte „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“, „H: High Energy Density in Matter“, „Q: Quantentechnologie“, und „B: Physik und Technik von Beschleunigern“
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben, z.B. • Ashcroft;Mermin, Solid State Physics • Ketterson;Song, Superconductivity • Schwabl, Quantenmechanik für Fortgeschrittene • Nolting, Grundkurs Theoretische Physik Bd. 7 • Raimes, Many-Electron Theory • Chaikin;Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Allgemeine Relativitätstheorie

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-2605	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Gernot Alber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2002-vl	Allgemeine Relativitätstheorie	0	Vorlesung	3
05-23-2002-ue	Allgemeine Relativitätstheorie	0	Übung	1

2 Lerninhalt

- Spezielle Relativitätstheorie
- Riemannsche Räume
- Grundlagen der Tensoranalysis
- Einsteinsche Feldgleichungen
- Kugelsymmetrische Lösungen und Schwarzschild Metrik
- Einfache Anwendungen (Lichtablenkung, Periheldrehung, Rotverschiebung..)
- Neutronensterne und Schwarze Löcher
- Kosmologie
- Gravitationswellen
- Einstein-Hilbert Wirkung

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Konzepte der Allgemeinen Relativitätstheorie, das mathematische Gerüst der ART sowie die Vorhersagen der ART für eine Vielzahl von astronomischen und astrophysikalischen Phänomenen.
- können mit der Mathematik gekrümmter Räume umgehen, einfache Probleme lösen und gewonnene Kenntnisse kommunizieren.
- können sich selbständig in Probleme der ART und der Astrophysik einarbeiten und sind in der Lage, grundlegende Literatur auf diesem Gebiet zu verstehen.
- sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Theoretische Physik II und III)

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung oder Physikalisches Wahlfach in den Studienschwerpunkten "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“.
9	**Literatur** Von dem/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Theoretical Particle Physics

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-2610	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Hans-Werner Hammer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-1122-vl	Theoretical Particle Physics	0	Vorlesung	3
05-23-3282-ue	Theoretical Nuclear Physics	0	Übung	1

2 Lerninhalt

- Überblick über das Standardmodell der Elementarteilchen
- Symmetrien und Symmetriebrechung
- Quark-Modell der Hadronen
- Elemente der relativistischen Quantenmechanik
- Streuprozesse und Feynman-Diagramme
- Tief-inelastische Streuung und Partonen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

• besitzen einen Überblick über das Standardmodell der Elementarteilchen, verstehen die grundlegenden mathematischen Konzepte von Symmetrien und Streuprozessen, und kennen die innere Struktur von Hadronen,

• können Elemente des mathematischen Apparates der theoretischen Teilchenphysik verstehen und nachvollziehen und können damit einfache Streuprozesse von Elementarteilchen berechnen, sowie die erworbenen Kenntnisse kommunizieren,

• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von einfachen theoretischen Problemen der phänomenologischen Elementarteilchenphysik und können die Bedeutung von grundlegenden Experimenten für die Entwicklung des Standardmodells einschätzen

und

• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Physik VI)

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics" gewählt haben.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: Halzen, Martin: Quarks and Leptons
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Introduction to Astrophysics**					
Modul Nr. 05-22-2623	**Kreditpunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** unregelmäßig
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Robert Roth		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-4323-vl	Introduction to Astrophysics	0	Vorlesung	3
05-23-4323-ue	Introduction to Astrophysics	0	Übung	1

2 Lerninhalt

This introductory lecture gives an overview of modern astrophysics and the underlying theoretical concepts. It covers different aspects of the physics of stars, the interstellar medium, and galaxies as well as selected questions from cosmology. The main topics include:

Introduction

Astrophysical Observables

Electromagnetic Radiation

·Stellar Atmospheres

· Stellar Interiors

· Stellar Evolution and Stellar Remnants

Interstellar Medium

Galaxies

·Universe at Larger Scales

Big Bang Cosmology

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

The students

• know fundamental concepts and theoretical methods in astrophysics, particularly for the description of stellar structure and evolution as well as galaxies and large-scale structures,

	• are capable of transfering their knowledge from different fields of theoretical physics to the description of astrophysical systems and processes, andare competent in identifying the relevance of observational data and its connection to the underlying physics processes • are able to embed technical content in the social context, critically assess the consequences and to act ethically and responsibly accordingly..
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Keine (Empfohlen Physik VI)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics" oder „Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ gewählt haben
9	**Literatur** Astrophysics in a Nutshell, D. Maoz (Princeton University Press) ·An Introduction to Modern Astrophysics, B. W. Carroll and D. A. Ostlie (Addison Wesley) Three volumes on Theoretical Astrophysics, T. Padmanabhan (Cambridge University Press) · Theoretical Astrophysics: An Introduction, M. Bartelmann (WILEY-VCH) ·Astronomie und Astrophysik: Ein Grundkurs, A. Weigert, H.J.Wendker and L.Wisotzki (WILEY-VCH)

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Nuclear Astrophysics II

Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
05-22-2620	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Englisch	Prof. Dr. Thomas Aumann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
05-21-2151-vl	Nuclear Astrophysics II	0	Vorlesung	3
05-23-2151-ue	Nuclear Astrophysics II	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Supernova Typ II
Elementsynthese schwerer Elemente
(s-Prozess. r-Prozess, p-Prozess)
Doppelsternsysteme
Supernova Type Ia
Novae und X-ray burster
Weiße Zwerge
Neutronensterne

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
• kennen die grundlegenden kernphysikalischen Prozesse im Universum sowie deren Einfluss auf die Entwicklung astrophysikalischer Objekte und die Elementsynthese im Universum,
• können die grundlegenden Prozesse zur Entstehung der Elemente im Universum unterscheiden und kennen die wichtigsten kernphysikalischen Informationen, die zu diesen Prozessen beitragen,
• sind kompetent, selbständig zu entscheiden, welche kernphysikalischen Daten und Reaktionen für die Entwicklung von astrophysikalischen Objekten grundsätzlich wichtig sind und wie man diese Daten erhalten kann und
• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

	Keine (Empfohlen Physik VI)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics„ oder " Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern". Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ gewählt haben.
9	**Literatur** • Christian Iliadis: Nuclear Physics of Stars, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2007 • Bradley W. Carroll and Dale A. Ostlie: An Introduction to Modern Astrophysics, Pearson;Addison-Wesley, San Francisco, 2nd ed. 2007 • S. L. Shapiro and S. A. Teukolsky: Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects, Wiley-Interscience, New York, 1983 • N. K. Glendenning: Compact Stars, Springer Verlag New York Inc., 1997 • Selected review articles
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Introduction to Quantum Field Theories

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-2625	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Jens Braun

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2311-vl	Introduction to Quantum Field Theories	0	Vorlesung	3
05-23-2311-ue	Introduction to Quantum Field Theories	0	Übung	1

2 Lerninhalt

- Klassische Feldtheorien im Lagrange-Formalismus, Symmetrien und Erhaltungsgrößen
- Kanonische Quantisierung von Feldtheorien
- S-Matrix in der Quantenfeldtheorie
- Störungstheorie und Streuprozesse
- Feynman-Diagramm (u.a. Klassifikation und Berechnung)

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

- besitzen einen Überblick über grundlegende Methoden der Feldquantisierung, kennen Feldtypen des Standardmodells und deren Rolle in der Beschreibung von Streuprozessen und wissen um die Bedeutung von Schleifendiagrammen in der Quantenelektrodynamik,
- können Elemente des mathematischen Apparates der Quantenfeldtheorien verstehen und nachvollziehen und können damit Streuprozesse von Elementarteilchen auf dem Niveau von Schleifenkorrekturen berechnen, sowie die erworbenen Kenntnisse kommunizieren,
- sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von theoretischen Problemen der Quantenfeldtheorie und können darauf aufbauend aktuelle Problemstellungen der Forschung etwa im Rahmen einer Masterarbeit angehen und
- sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Theoretische Physik II-V)

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten "K: Nuclear Physics and nuclear Astrophysics“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ gewählt haben.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Theorie weicher kondensierter Materie

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-2705	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Benno Liebchen

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-7302-vl	Theorie weicher kondensierter Materie	0	Vorlesung	3
05-23-7302-ue	Theorie weicher kondensierter Materie	0	Übung	1

2 Lerninhalt

- Lineare Antworttheorie
- Relevante Grundlagen der Langevin- und Fokker-Planck-Theorie
- Grundzüge der theoretischen Polymerphysik (Statik und Dynamik, Skalenkonzepte)
- Relevante Grundlagen zur Theorie der kritischen Phänomene
- Ergänzend und fakultativ: Fortgeschrittene Theorien zu obigen Themen; Statik und Dynamik kolloidaler Dispersionen; elektrostatische Effekte; Gelation; Flüssigkristalle; Selbstorganisation; biologische Systeme

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden haben ein grundsätzliches Verständnis für die Bedeutung von thermischen Fluktuationen in "soft matter"-Systemen, und sind mit den wichtigsten theoretischen Konzepten zu deren Beschreibung vertraut. Sie sind selbstständig in der Lage, sowohl einfache phänomenologische Ansätze als auch voll quantitative Theorien zur Analyse derartiger Systeme anzuwenden und zu kommunizieren, und fortgeschrittene theoretische Literatur zu der Thematik nachzuvollziehen. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern". Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "F: Physik der Kondensierten Materie" gewählt haben.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben, z.B. • Rubinstein/Colby, Polymer Physics • Risken, The Fokker-Planck Equation • P. Nelson, Biological Physics • Chaikin/Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics • Cardy, Scaling and Renormalization in Statistical Physics
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Theorie des Chaos

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-2710	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Barbara Drossel

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-1961-vl	Theorie des Chaos	0	Vorlesung	3
05-23-1961-ue	Theorie des Chaos	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:
- Nichtintegrable mechanische Systeme und Hamiltonsches Chaos
- Diskrete Abbildungen und Fraktale
- Nichtlineare Dynamik und Bifurkationen
- Chaos in dissipativen Systemen
- Quantenchaos

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
- kennen die wichtigen Kenngrößen, Methoden und Inhalte, die mit der Chaostheorie verbunden sind,
- können in der Vorlesung vermittelte Konzepte wie "fraktale Dimension", "Attraktor", "Lyapounov-Exponent" auf ein konkretes System anwenden und auswerten und sind in der Lage, ein ihnen unbekanntes kontinuierliches oder diskretes dynamisches System zu untersuchen und Aussagen über ihr Langzeitverhalten zu machen,
- sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung (30 min), Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern". Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "F: Physik der Kondensierten Materie" gewählt haben.
9	**Literatur** wird von dem/der Dozent*in angegeben Beispiele: H.G. Schuster, Deterministic chaos; H.-J. Stöckmann, Quantum chaos: an introduction
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Radiation Biophysics

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-27-2980	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Studiendekan*in

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-1662-vl	Radiation Biophysics	0	Vorlesung	3
05-23-1662-ue	Radiation Biophysics	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlenbiophysik, Einführung in die modernen Experimentiertechniken der Strahlenbiologie. Es wird speziell auf die Wechselwirkung von Ionenstrahlen mit biologischen Systemen eingegangen. Es werden alle Schritte vorgestellt, die zur Durchführung einer Ionenstrahltherapie erforderlich sind.
Es kommen folgende Gebiete zur Sprache: Elektromagnetische Strahlung, Teilchen-Materie-Wechselwirkung. Biologische Aspekte: Strahleneffekte schwach ionisierender Strahlung (z.B. Röntgenstrahlen) auf DNA, Chromosomen, Spurenstruktur schwerer Ionen. (LET: Linear Energy Transfer) Low-LET Strahlenbiologie: Effekte in der Zelle, High-LET (z.B. Ionen) Strahlenbiologie, Physikalische und biologische Dosimetrie, Effekte bei niedriger Dosis, Ionenstrahltherapie, Therapiemodelle, Behandlung beweglicher Ziele.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen die Physik der Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie, deren biochemische Konsequenzen wie Strahlenschäden in der Zelle, in Organen und Gewebe. Die Studierenden sind vertraut mit den wichtigen Anwendungen der Strahlenbiologie, z.B. Strahlentherapie und Strahlenschutz. Sie sind auch vertraut mit den Einflüssen von Strahlung in der Umwelt und im Weltraum. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine muendliche Pruefung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Praesentation (Pt) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „F: Physik der Kondensierten Materie“ gewählt haben
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in angegeben; z.B. Eric Hall , Radiobiology for the Radiologist, Lippincott Company
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Atom interferometry

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2023	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Studiendekan*in

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2023-vl	Atom interferometry	0	Vorlesung	3
05-23-2023-ue	Atom interferometry	0	Übung	1

2 Lerninhalt

- Wellenpaketdynamik in externen Feldern
- Atom-optische Elemente und Beugung von Materiewellen
- Analytische Methoden für Atominterferometrie
- Gravimetrie, Gradiometrie und Rotationssensorik
- Tests fundamentaler Physik und relativistischer Effekte

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
- kennen wichtige atom-optische Methoden zur Erzeugung von Atominterferometern sowie die grundlegenden Konzepte von Materiewelleninterferometrie und Inertialsensorik
- können die gewonnenen Erkenntnisse auf andere Felder der Quantensensorik und der Quantentechnologien übertragen und
- besitzen Fertigkeiten in der theoretischen Beschreibung von kalten Gasen und Atom-Lichtwechselwirkung, die sie eigenständig auf andere Themengebiete anwenden können.
- sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 30 Min, Bestanden/Nicht bestanden)

	Die Prüfungsform wäre bis 15 Teilnehmer/Teilnehmerinnen mündlich 30 min, darüber hinaus ab 16 Teilnehmer/Teilnehmerinnen schriftlich eine Klausur 90 min.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „Q: Quantentechnologie“ gewählt haben.
9	**Literatur** Wird während der Veranstaltung bekanntgegeben, zum Beispiel H. Rauch and S. A. Werner, "Neutron Interferometry: Lessons in Experimental Quantum Mechanics, Wave-particle Duality, and Entanglement" (Oxford University Press, 2015) G. M. Tino and M. A. Kasevich (eds) "Atom Interferometry" (IOS Press, 2014) T. Byrnes, E. O. Ilo-Okeke, "Quantum Atom Optics: Theory and Applications to Quantum Technology," arXiv2007.146011 [quant-ph] (2020)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Medical Physics

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-23-2019	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Wintersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Marco Durante

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2019-vl	Medical Physics	0	Vorlesung	3
05-23-2019-ue	Medical Physics	0	Übung	1

2 Lerninhalt

The course covers the applications of physics in medicine, especially in the field of ionising radiation and diagnostic and therapy in oncology.
Following topics will be covered:
X-ray imaging
Nuclear medicine: imaging (SPECT, PET) and therapy with radionuclides
Imaging with non-ionising radiation: ultrasounds, MRI
Radiation therapy
Particle therapy
Radiation protection
Monte Carlo calculations

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

The students will understand the principle of physics applications in medicine, especially in radiology and radiotherapy. The course is an introduction for students interested in research in biomedical physics and occupation in clinics as medical physicists or health physicists. Students are able to embed technical content in the social context, critically assess the consequences and to act ethically and responsibly accordingly.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (empfohlen “Radiation Biophysics” (Strahlenbiophysik))

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Klausur, Dauer 120 Min, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten

	Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Klausur, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and nuclear Astrophysics“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „F: Physik der Kondensierten Materie“ gewählt haben
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Intense Laser Beams

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2670	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Markus Roth

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-1481-vl	Intense Laser Beams	0	Vorlesung	3
05-23-1481-ue	Intense Laser Beams	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Lasermedien, spezielle Aspekte von Hochenergielasern, nichtlinearer Brechungsindex und B-Integral, moderne Laserkonzepte, Architekturen, Pulsformung, Kurzpuls- und CPA-Laser, Laser-Plasma Wechselwirkung, Diagnostik relativistischer Plasmen, Erzeugung höherer Harmonischer, Teilchenbeschleunigung, Strahlenschutzanforderungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen die grundlegenden Problemkreise von Hochenergielasern, Hochleistungslasern. Sie können selbstständig und anhand von Standardliteratur die Anforderungen für ein Lasersystem erarbeiten und Systeme für spezifische Anwendungen optimieren. Sie kennen den aktuellen Stand der Technik der Lasersysteme. Die Studenten können verschiedene Systeme vergleichen und die zu erwartende Leistung berechnen. Die Studierenden können die Grundlegenden Wechselwirkungsmechanismen beschreiben und Ihre Abhängigkeit von den Strahlparametern benennen. Die Studenten sind in der Lage an Hochenergielasersystemen zu arbeiten und diese zu erweitern. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (empfohlen Grundkenntnisse Laser- und Plasmaphysik)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Bestanden/Nicht bestanden)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Spezialvorlesung oder Physikalisches Wahlfach für Studierende der Studienschwerpunkte „Q: Quantentechnologie“ oder „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“.
9	**Literatur** Von dem/der Dozent*in angegeben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Theoretische Quantenoptik

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-22-1412	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Sommersemester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Gernot Alber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-1951-vl	Theoretische Quantenoptik	0	Vorlesung	3
05-23-1951-ue	Theoretische Quantenoptik	0	Übung	1

2 Lerninhalt

- Eigenschaften und Nachweis optischer Strahlung
- Wechselwirkung zwischen Materie und optischen elektromagnetischen Wellen
- Quantenaspekte optischer elektromagnetischer Strahlung mit Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

• kennen wichtige Methoden der Quantenoptik ausgehend von den zu Grunde liegenden physikalischen Prozessen, kennen gängige Methoden zur Untersuchung elektromagnetischer Strahlung im optischen Frequenzbereich und wissen über wichtige Anwendungen der Methoden im Bereich der Quantenoptik und anderen Bereichen, wie der Atom-, Molekül- oder Festkörperphysik Bescheid,

• besitzen Fertigkeiten, einfache materielle Systeme, wie Atome, und deren Wechselwirkung mit elektromagnetischen Wellen im optischen Frequenzbereich zu analysieren und quantitativ Abschätzungen zu wichtigen Kenngrößen zu machen und auf Aufgabenstellungen anzuwenden sowie die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren,

• sind kompetent in der selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Einsatzmöglichkeiten von quanten-optischen Methoden einschätzen zu können und

• sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Empfohlen Physik III)

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Spezialvorlesung oder Physikalisches Wahlfach für Studierende der Studienschwerpunkte „K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“, „H: High Energy Density in Matter“, „F: Physik der Kondensierten Materie“, und „B: Physik und Technik von Beschleunigern“.
9	**Literatur** Beispiele: L. Mandel, E. Wolf, Optical Coherence and Quantum Optics C. Cohen-Tannoudji, Dupont-Roc, Grynberg, Atom-Photon Interactions W. Demtröder, Laserspektroskopie S. Barnett, Methods in Theoretical Quantum Optics W. Schleich, Quantum Optics in Phase Space
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Experimentelle Teilchenphysik

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
05-21-2612	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. Thorsten Kröll

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2612-vl	Experimentelle Teilchenphysik	0	Vorlesung	3
05-23-2612-ue	Experimentelle Teilchenphysik	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Standardmodell der Teilchenphysik, Beschleuniger und Detektoren, Einführung in Quantenfeldtheorie, Hadronen und statisches Quarkmodell, QCD und Partonmodell, Schwache Wechselwirkung und elektroschwache Vereinigung, Higgs-Mechanismus, diskrete Symmetrien, Neutrinos, Astroteilchenphysik, Erweiterungen jenseits des Standardmodells

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

- kennen kernphysikalische Konzepte, wissen um Phänomene und Begriffe sowie exemplarische Anwendungen der Teilchenphysik,
- besitzen Fertigkeiten in Modellbildung und in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren,
- können selbständig und kompetent Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen,
- bearbeiten sind in der Lage, Genauigkeiten von Beobachtung und Analyse einschätzen zu können und
- sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Keine (Physik I-VI; Theoretische Physik I-III)

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ gewählt haben
9	**Literatur** Skript wird gestellt Literaturliste wird in Vorlesung vorgestellt
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Physics of nuclear and particle physics detectors					
Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
05-23-2020	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	unregelmäßig
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		
Englisch			Prof. Dr. Alexandre Obertelli		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
05-21-2020-vl	Physics of nuclear and particle physics detectors	0	Vorlesung	3
05-23-2020-ue	Physics of nuclear and particle physics detectors	0	Übung	1

2 Lerninhalt

Particle detectors are the key component of any nuclear and particle physics experiment. The lecture aims at a comprehensive overview of main particle detectors used today and the underlying physics mechanisms.

The lecture will be divided in nine topics:
(1) interaction of radiations with matter,
(2) signal formation and readout electronics,
(3) gas detectors,
(4) semiconductors,
(5) scintillators and photomultipliers,
(6) Cerenkov detectors,
(7) multi detectors in particle physics,
(8) detection of weakly interacting particles,
(9) Mossbauer spectrometry for ultra-high-energy resolution.

The spirit of the lecture is to cover each topic from the basics to the state of the art, illustrate by the most recent applications of each detection system. The most relevant physics questions will be introduced.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

The students
(1) learn how nuclear and particle detectors work,
(2) understand the underlying physics processes and the subsequent limitations,
(3) decide which detection technique is best suited for a given measurement and know the critical parameters for a detector,
(4) know a variety of today's experiments based on the studied detection techniques,

	(5) are able to embed technical content in the social context, critically assess the consequences and to act ethically and responsibly accordingly.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ oder „Q: Quantentechnologie“ oder „H: High Energy Density in Matter“ oder „F: Physik der Kondensierten Materie“ oder „B: Physik und Technik von Beschleunigern“. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "K: Nuclear Physics and Nuclear Astrophysics“ gewählt haben.
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Grundlagen der NMR					
Modul Nr.	**Kreditpunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
07-04-0028	5 CP	150 h	150 h	1 Semester	Jedes 2. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		
Deutsch			Prof. Dr. Gerd Buntkowsky		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
07-04-0035-vl	Grundlagen der NMR	0	Vorlesung	0
07-04-0037-se	Seminar zu Grundlagen der NMR	0	Seminar	0

2 Lerninhalt

Einführung: Idee und Anwendungsfelder
- Wechselwirkungsfreie Kernspins (klassisch)
- Quantenmechanische Behandlung
- anisotrope Wechselwirkungen
- Kohärenzen
- Zeitumkehr
- Austauschspektroskopie
- hochauflösende Festkörper-NMR
- mehrdimensionale NMR
- Relaxation
- Anwendungen: Dynamische Prozesse und Strukturaufklärung in kondensierten Phasen, Multipuls- NMR, MAS
- Strukturbestimmung mit NMR
- spezielle Methoden
- ESR

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

- kennen die Begriffe und Konzepte der Kernspinresonanz
- besitzen Grundkenntnisse der experimentellen NMR-Verfahren und ihrer wichtigsten Anwendungen in der Festkörperphysik sowie der Analytik und der Strukturaufklärung in der Chemie

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlene Voraussetzung: in der Physik: B.Sc.
Empfohlene Voraussetzung: in der Chemie: B.Sc.

5 Prüfungsform

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Literatur: “Principles of Magnetic Resonance“, C. P. Slichter, Springer; “NMR: Tomography, Diffusometrie, Relaxometry”, R. Kimmich, Springer; Skript und Vorlesungsfolien.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Bioinformatik BB 36 VL+Ü

Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
10-30-0036	4 CP	120 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. Kay Hamacher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
10-01-0036-se	Bioinformatik-Übung	0	Übung	2
10-01-0036-vl	Bioinformatik-Vorlesung	0	Vorlesung	2

2 Lerninhalt

Sequence Analysis and Alignment
Molecular Visualization
Structure Prediction, Homology Modeling
Molecular Dynamics

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studenten erwerben Grundlagenwissen in der sequenz-basierten Bioinformatik (Sequence Alignment, Scoring Schemes, Datenbanken, Pattern Recognition) und der Strukturmodellierung und Simulation (Structure Prediction, Molecular Dynamics).
Die Studenten werden in die Lage versetzt, eigenständig Standard-Werkzeuge der Bioinformatik einzusetzen und deren grundlegende Algorithmen in diversen Implementierungen zu identifizieren.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 60 Min. Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten

bestandene Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B. Sc. Physik, B. Sc. Mathematik, B. Sc. Informationstechnik
9	**Literatur** Deonier, Tavare, Waterman: Computational Genome Analysis, Springer, 2005 Durbin, Eddy, Krogh, Mitchison: Biological Sequence Analysis, Cambridge University Press, 1998 MacKay: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, 2003 Schlick: Molecular Modeling and Simulation, Springer, 2002
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Introduction to Spintronics					
Modul Nr. 18-me-2020	**Kreditpunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Markus Meinert		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
18-me-2020-ue	Introduction to Spintronics	0	Übung	1
18-me-2020-vl	Introduction to Spintronics	0	Vorlesung	3

2 Lerninhalt

Das Modul umfasst folgende Themen:

- Grundlagen der Atomphysik (Aufbau der Atome, Elektronenhülle)
- Grundlagen der Festkörperphysik (Kristalline Materialien)
- Elektronentransport in Metallen (klassische Betrachtung, Bandstrukturen)
- Grundbegriffe und einfache Modelle des Magnetismus
- Magnetismus in dünnen Schichten
- Spin-abhängiger elektrischer Transport
- Magnetoresistive Effekte, anisotroper Magnetwiderstand
- Riesenmagnetwiderstand (giant magnetoresistance, GMR)
- Tunnelmagnetwiderstand (tunneling magnetoresistance, TMR)
- Spin-Transfer Torque
- Magnetische Mikrowellen-Oszillatoren
- Spin-Hall Effekt und andere Spin-Bahn Effekte
- Materialien der Spintronik (Ferromagnete, Antiferromagnete)
- Magnetische Datenspeicherung

	• Spintronische Bauelemente als Sensoren • Magnetischer Arbeitsspeicher (MRAM)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden erlernen grundlegende Konzepte der Spintronik, von Eigenschaften magnetischer Materialien bis zum Design und Anwendung spintronischer Bauelemente in Datenspeicherung und magnetischer Sensorik. Die Studierenden erwerben die Kompetenz, spintronische Bauelemente zu nutzen. Sie erwerben weiterhin die Kompetenz, aktuelle wissenschaftliche Literatur zum Thema zu verstehen und sich selbstständig in dem Gebiet weiter zu bilden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 120 Min, Standard) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 16 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 45 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich, Notenverbesserungen bis zu 0,4 nach APB §25(2) durch Bonus für regelmäßig besuchte Übungstermine (>80%) und mindestens zweimaliges Vorrechnen in den Übungen
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Skript wird vorlesungsbegleitend elektronisch angeboten

	Coey, Magnetism and Magnetic Materials, 2009, Cambridge University Press Skomski, Simple Models of Magnetism, 2008, Oxford University Press Felser, Fecher, Spintronics: From Materials to Devices, 2013, Springer Dietl, Awschalom, Kaminska, Ohno, Spintronics, 2008, Academic Press Blachowicz, Ehrmann, Spintronics, 2019, de Gruyter Tsymbal, Zutic, Spintronics Handbook, Volume One: Metallic Spintronics, 2019, CRC Press Xu, Awschalom, Nitta, Handbook of Spintronics, 2016, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Studium Generale**						
Modul Nr.	**Kreditpunkte** 10-15 CP	**Arbeitsaufwand** 300 - 450 h	**Selbststudium** Abh. vom anbietenden Fachbereich	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester	
Sprache Wird vom anbietenden Fachbereich festgelegt			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in FB Physik			

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

2 Lerninhalt

Im Bereich Studium Generale können Studierende aus den im Studien und Prüfungsplan aufgelisteten Katalogen und Modulen wählen. Dies ist der Gesamtkatalog aller Module der anderen Fachbereiche (nicht Physik) der TU Darmstadt bzw. Kataloge, die für Studium Generale zur Verfügung gestellt werden.

Der Lerninhalt orientiert sich an den individuell gewählten Modulen und richtet sich nach den entsprechenden Modulbeschreibungen der anbietenden Fachbereiche.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Studierende bilden ein individuelles Studienprofil aus und gestalten ihren Studienverlauf in diesem Wahlbereich selbstständig und nach eigenem Interesse.
Je nach Interesse der Studierenden können dies

- interdisziplinäre Kompetenzen,
- Sprachenkompetenzen,
- Schlüsselkompetenzen,
- Kenntnisse über fachfremde Perspektiven und Methoden,

sein.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Es gelten die Regelungen der Modulbeschreibungen der anbietenden Fachbereiche.

5 Prüfungsform

Die Prüfungsform richtet sich nach den Regelungen in den Modulbeschreibungen der anbietenden Fachbereiche.

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Die Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten richtet sich nach den Regelungen in den Modulbeschreibungen der anbietenden Fachbereiche.
7	**Benotung** Die Benotung richtet sich nach den Regelungen in den Modulbeschreibungen der anbietenden Fachbereiche.
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Physik
9	**Literatur** Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltungen von den Dozierenden angegeben.
10	**Kommentar** Die Modulbeschreibung zum Studium Generale ist ein Container-Modul, welches in den Modulhandbüchern ergänzt wird, um diesen Bereich für Studierende und die beratenden Einheiten sichtbar zu machen. Das konkrete Modulangebot ist in TUCaN hinterlegt.

Wahlbereich Physik

Dieser optionale Wahlbereich (0 – 5CP) enthält Spezialvorlesungen (siehe oben)
.

Forschungsbereich

Modulname **Praktikum zur Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten**						
Modul Nr. 05-25-5002	**Kreditpunkte** 30 CP	**Arbeitsaufwand** 900 h	**Selbststudium** 900 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester	
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in			
1	**Kurse des Moduls**					
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**	
2	**Lerninhalt** Einarbeitung in ein Themengebiet der Physik Einarbeitung in die theoretischen und/oder experimentellen Arbeitstechniken und Hilfsmitteln Bearbeitung von Teilaspekten Formulierung eines Arbeits- und Zeitplans Dokumentation der Fragestellung und der bearbeiteten Teilaspekte durch Abfassen eines Project Proposal Präsentation der Ergebnisse in einem Vortrag und wissenschaftliche Diskussion					
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden • kennen die grundlegenden Fragestellungen eines aktuellen Forschungsgebiets, in das sie sich eingearbeitet haben, und sind mit theoretischen und/oder experimentellen Methoden und Arbeits- und Bearbeitungstechniken für das Forschungsgebiet vertraut. Sie sind im Umgang mit adäquaten Hilfsmitteln geübt, und kennen Struktur und Aufbau wissenschaftlicher Präsentation und Diskussion, • sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten mit Fragestellungen der aktuellen Forschung zu verbinden und dabei Grundlagenwissen und die erarbeitete Methodik einzusetzen. Die Studierenden sind in der Lage, die konkreten Fragestellungen in einer Präsentation vorzustellen und Lösungsvorschläge für ein wissenschaftliches Vorgehen vorzustellen sowie die Grundlagen des Felds in wissenschaftlichem Stil zu beschreiben und • sind kompetent in der selbständigen Einarbeitung, Dokumentation und Präsentation von Themen aus der Physik in Anlehnung an aktuelle Forschungsarbeiten unter Anwendung der im Studium erworbenen Fertigkeiten. Die Studierenden kennen die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis.					
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Nachweis von mindestens 42 Kreditpunkten im Master-Studiengang Physik					

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) benotete Fachprüfung schriftlich (Project Proposal) und die mündliche Präsentation der Ergebnisse
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik, 3. Semester
9	**Literatur** von dem/der Dozent*in zum konkreten Thema angegeben
10	**Kommentar**

Modulname **Master Thesis Physik**						
Modul Nr. 05-00-5015	**Kreditpunkte** 27 CP	**Arbeitsaufwand** 810 h	**Selbststudium** 900 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester	
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in			
1	**Kurse des Moduls**					
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**	
2	**Lerninhalt** Einarbeitung und Erstellung eines Arbeitsplans zu einem Thema der Physik experimentelle und/oder theoretische Bearbeitung des Themas Dokumentation der Ergebnisse durch Abfassen der Master-Thesis					
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden • wissen die Grundlagen zu einer aktuellen, in der Regel forschungsbezogenen vertieften Fragestellung, kennen Methoden zur Bearbeitung der Fragestellungen auf fortgeschrittenem Niveau und sind vertraut mit adäquaten Hilfsmitteln zur Bearbeitung des Themas, kennen Struktur und Aufbau wissenschaftlicher Arbeiten und Elemente wissenschaftlicher Präsentation und Diskussion, • sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten auf die konkrete wissenschaftliche Fragestellung mit den neu erworbenen Methoden und Hilfsmitteln anzuwenden, um so die Aufgabenstellung wissenschaftlich in der gebotenen Breite und Tiefe zu bearbeiten, sie sind der Lage, die Ergebnisse in adäquater Form schriftlich und mündlich zu präsentieren und wissenschaftlich zu diskutieren, und • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung, Dokumentation und Präsentation von wissenschaftlichen Themen aus der Physik unter Anwendung der im Studium erworbenen Fertigkeiten.					
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Das Modul „Praktikum zur Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“ erfolgreich abgeschlossen.					
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Abschlussprüfung (Master Thesis Physik, schriftliche Prüfung, Dauer: 26 Wochen., Standard BWS)					
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Benotete Fachprüfung schriftlich (Master-Thesis)					
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Abschlussprüfung (Master Thesis Physik, schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%)					
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc Physik, 4. Semester					
9	**Literatur** wird von Dozent(in) zum konkreten Thema angegeben					

10	**Kommentar**

Modulname **Abschlussvortrag zur Master Thesis**						
Modul Nr. 05-10-5015	**Kreditpunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester	
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in			
1	**Kurse des Moduls**					
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**	
2	**Lerninhalt** Präsentation der Ergebnisse der Master Thesis in einem Vortrag mit anschließender wissenschaftlicher Diskussion					
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden • kennen Struktur und Aufbau wissenschaftlicher Arbeiten und Elemente wissenschaftlicher Präsentation und Diskussion, • sind der Lage, die Ergebnisse in adäquater Form mündlich zu präsentieren und eine wissenschaftliche Diskussion für führen, • sind kompetent in der selbständigen Vorbereitung und Präsentation abgegrenzter Themen aus der Physik unter Anwendung der im Studium erworbenen Fertigkeiten					
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**					
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Abschlussprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Standard) Vortrag ca. 30 min					
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten** Bestandene Fachprüfung					
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Abschlussprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)					

8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflichtmodul im M.Sc. Physik
9	**Literatur** wird von Dozenten angegeben, abhängig vom Forschungsgebiet
10	**Kommentar** 90 Stunden Vorbereitung und Durchführung der Präsentation (z.T. mit Anleitung)