

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MPMP1	Pflicht

Modultitel **Mathematische Physik 1**

Modultitel (englisch) Mathematical Physics 1

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Mathematische Physik 1" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
- Übung "Mathematische Physik 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden kennen die wesentlichen Methoden und konzeptionellen Grundlagen der Mathematischen Physik im Bereich abgeschlossener Systeme, Geometrie und Symmetrien. Die Studierenden sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf konkrete Probleme anzuwenden, einschlägiger Fachliteratur zu folgen und ihre methodischen Kenntnisse selbstständig zu erweitern.

Inhalt Wesentliche Inhalte sind z. B.:

- Gewöhnliche Differentialgleichungen und Flüsse
- Mannigfaltigkeiten und Differentialformen
- Lie-Gruppen
- Symplektische Geometrie
- Hamiltonsche Flüsse, dynamische Systeme
- Symmetrien und Erhaltungsgrößen
- Stabilität, Ergodizität
- Integrable Systeme

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- W. Thirring: A Course in Mathematical Physics Vol. 1-4
- V.I. Arnold: Mathematical Methods of Classical Mechanics
- F.W. Warner: Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups
- T. Frankel: The Geometry of Physics

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Moduls.

Vorlesung "Mathematische Physik 1" (4SWS)

Übung "Mathematische Physik 1" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MPMP2	Pflicht

Modultitel	Mathematische Physik 2
Modultitel (englisch)	Mathematical Physics 2
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Mathematische Physik 2" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h • Übung "Mathematische Physik 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. Mathematical Physics
Ziele	Die Studierenden kennen die wesentlichen Methoden und konzeptionellen Grundlagen der Mathematischen Physik im feldthoretischen, quantenmechanischen, algebraischen und analytischen Bereich. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf konkrete Probleme anzuwenden, fortgeschrittener Fachliteratur zu folgen und diese kritisch zu bewerten sowie ihre methodischen Kenntnisse selbständig zu erweitern.
Inhalt	<p>Wesentliche Inhalte sind z. B.:</p> <p>Maßtheorie Sobolevräume, partielle Differentialgleichungen Darstellungstheorie Wellengleichungen, Potentialprobleme Geometrische Formulierung der Maxwell-Gleichungen, Eichfeldtheorie, Einstein-Gleichungen Schrödingergleichung und Vielteilchensysteme, Funktionalintegration in der Quantenmechanik</p> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine / gleichzeitige Teilnahme am Modul Mathematische Physik 1 empfohlen
Literaturangabe	<p>C. Reed, B. Simon: Methods of Modern Mathematical Physics Vol. 1-4 W. Thirring: A Course in Mathematical Physics Vol. 1-4 T. Frankel: The Geometry of Physics</p>
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Moduls.

Vorlesung "Mathematische Physik 2" (4SWS)

Übung "Mathematische Physik 2" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPCQT1	Wahl

Modultitel **Computational Physics I**

Modultitel (englisch) Computational Physics I

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Computer-orientierte Quantenfeldtheorie

Dauer 1 Semester

Modulturnus Wintersemester (im ungeradzahligen Jahr beginnend)

Lehrformen

- Vorlesung "Computational Physics I" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Computational Physics I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
 M.Sc. International Physics Studies Program
 M.Sc. Mathematical Physics
 M.Sc. Physik

Ziele Durch aktive Teilnahme am Modul erhalten die Studierenden einen Überblick über die derzeitigen Möglichkeiten von Computerexperimenten und kennen einfache Anwendungsbeispiele aus der statistischen Physik. Sie verstehen die dazugehörigen begrifflichen Fragestellungen und können diese Kenntnisse selbstständig zur Lösung von Modellproblemen anwenden.

Inhalt

- Grundbegriffe: Statistische Ensembles, Zustandssumme, Überblick über Phasenübergänge und kritische Phänomene
- Einfache Gittermodelle: Zufallswege, Perkolation, Isingmodell
- (Pseudo-)Zufallszahlengeneratoren: Eigenschaften und Beispiele
- "Importance Sampling"-Monte-Carlo-Verfahren: Markovketten, lokale Update-Algorithmen
- Statistische Auswertemethoden: Autokorrelationen, Kreuzkorrelationen, Fehlerabschätzung mit Binning- und Jackknifeverfahren
- "Finite-Size Scaling"-Theorien
- Histogrammverfahren

Empfohlene Voraussetzungen: Elementare Programmierkenntnisse in C oder Fortran. Kenntnisse aus der Vorlesung "Statistische Physik I" sind hilfreich und sinnvoll, aber keine Voraussetzung.

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe
 D.P. Landau und K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics (Cambridge University Press, Cambridge, 2005)
 B.A. Berg, Markov Chain Monte Carlo Simulations and Their Statistical Analysis (World Scientific, Singapore, 2004)

M.E.J. Newman und G.T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics (Clarendon Press, Oxford, 1999)
D. Frenkel und B. Smit, Understanding Molecular Simulation (Academic Press, New York, 2002)

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Computational Physics I" (4SWS)
	Übung "Computational Physics I" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG1	Wahlpflicht

Modultitel	Allgemeine Relativitätstheorie
Modultitel (englisch)	General Relativity
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation, Leiter der Abteilung Theorie der Elementarteilchen
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Allgemeine Relativitätstheorie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Allgemeine Relativitätstheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Methoden der allgemeinen Relativitätstheorie mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten einfacher allgemein relativistischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Begriffe aus der speziellen Relativitätstheorie, Masse-Energie-Äquivalenz - Grundlagen der Differentialgeometrie: Mannigfaltigkeiten, Tangentialbündel, Tensorfelder, Metrik und Zusammenhänge, Geodäten, Riemannscher Krümmungstensor, Jacobigleichung, Isometrien, Foliationen - Einsteinsche Feldgleichung und Interpretation, spezielle Lösungen: Friedmann-Robertson-Walker kosmologische Modelle, kosmische Expansion; Schwarzschild-Außenraum-Lösung, Innenraum-Lösung. - Stabilität von Sternmaterie, Oppenheimer-Tolman-Volkhoff-Limit, Harisson-Wheeler-Diagramm, Chandrasekar-Grenze. Gravitationskollaps zu schwarzem Loch. - Raumzeit-Struktur von schwarzen Löchern, Singularitäten, Horizonte, kosmische Zensur, Singularitätentheoreme <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	R.M. Wald: General Relativity, University of Chicago Press, 1984; S.M. Carroll: Spacetime and Geometry, Addison-Wesley 2003.

J.B. Hartle: Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Cummings 2002.

N. Straumann, General Relativity, Springer 2013.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Allgemeine Relativitätstheorie" (4SWS)
	Übung "Allgemeine Relativitätstheorie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPT1	Wahlpflicht

Modultitel	Fortgeschrittene Quantenmechanik
Modultitel (englisch)	Advanced Quantum Mechanics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Fortgeschrittene Quantenmechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Fortgeschrittene Quantenmechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Methoden und Ergebnisse der fortgeschrittenen Quantenmechanik mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten quantenmechanischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen - die erworbenen Kenntnisse auf neue Problemstellungen übertragen; - ihr Fachwissen anhand von Originalliteratur selbständig erweitern
Inhalt	<p>Zustandsraum, Grundbegriffe der Quanteninformation, Symmetrie und Invarianz, identische Teilchen, Streutheorie, Näherungsmethoden für gebundene Zustände, (zeitabhängige und zeitunabhängige Störungstheorie, Variationsmethoden), relativistische Quantenmechanik</p> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	A. Galindo, P. Pascual: Quantum Mechanics 1 & 2, Springer TMP, 1991; A. Peres: Quantum Theory: Concepts and Methods, Kluwer 1998; F. Schwabl: Advanced Quantum Mechanics, Springer, 2005
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "Fortgeschrittene Quantenmechanik" (4SWS)

Übung "Fortgeschrittene Quantenmechanik" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTET4	Wahlpflicht

Modultitel **Relativistische Quantenfeldtheorie**

Modultitel (englisch) Relativistic Quantum Field Theory

Empfohlen für: 1./2./3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Theorie der Elementarteilchen

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen

- Vorlesung "Relativistische Quantenfeldtheorie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Relativistische Quantenfeldtheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
 M.Sc. International Physics Studies Program
 M.Sc. Mathematical Physics
 M.Sc. Physik

Ziele

Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:

- die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Methoden der relativistischen Quantenfeldtheorie mündlich und schriftlich darstellen und erläutern;
- diese anwenden, um das Verhalten einfacher feldtheoretischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen;
- einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.

Inhalt

- Freie quantisierte Feldtheorien
- Fock-Raum, Darstellungen der Poincaré-Gruppe
- Streumatrix, Feynman-Regeln
- Störungsentwicklungen, Grundzüge der Renormierungstheorie
- Eichfeldtheorien

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

M. Srednicki, Quantum Field Theory, Cambridge University Press (2007)
 C. Itzykson, J.B. Zuber, Quantum Field Theory, Dover Books on Physics (2006)
 S. Weinberg, The Quantum Theory of Fields, Cambridge University Press (1995)
 J. Zinn-Justin, Quantum field theory and critical phenomena, Oxford University Press, (1996)

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "Relativistische Quantenfeldtheorie" (4SWS)

Übung "Relativistische Quantenfeldtheorie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM3	Wahl

Modultitel	Theorie weicher und biologischer Materie
Modultitel (englisch)	Theory of Soft and Bio Matter
Empfohlen für:	1./2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Theorie der kondensierten Materie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Theorie weicher und biologischer Materie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Theorie weicher und biologischer Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden lernen wesentliche Phänomene, Konzepte und Methoden der Theorie der weichen kondensierten Materie und ihre Bedeutung für die quantitative Beschreibung biologischer Materie kennen. Darüber hinaus soll generell die interdisziplinäre Anwendung von Methoden der theoretischen Physik geübt werden.
Inhalt	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Begriffe aus der Statistischen Physik und Thermodynamik für Vielteilchensysteme, Fluktuationen und Response - Dichtefunktionaltheorien, Feldtheorien, Funktionalintegrale - Perturbative und nichtperturbative Methoden - Modellsysteme (z.B. Kolloide, Polymere, Membranen, granulare Materie) - Biologische Systeme (z.B. Zell-/Gewebestruktur und -mechanik) <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Studierenden wird empfohlen über Grundkenntnisse aus der Thermodynamik und Statistische Mechanik zu verfügen.
Literaturangabe	P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics, Cambridge 1995; P.-G. de Gennes, Scaling Concepts in Polymer Physics, Cornell 1979; M. E. Cates, M. R. Evans, Soft and Fragile Matter: Nonequilibrium Dynamics, Metastability and Flow, IOP 2000
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "Theorie weicher und biologischer Materie" (4SWS)

Übung "Theorie weicher und biologischer Materie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM4	Wahl

Modultitel **Theoretikum "Theorie kondensierter Materie"**

Modultitel (englisch) Practical Course: Condensed Matter Theory

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Theorie der kondensierten Materie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Semester

Lehrformen • Praktikum "Theoretikum "Theorie kondensierter Materie"" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. International Physics Studies Program
M.Sc. Mathematical Physics
M.Sc. Physik

Ziele Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:
- sich in konzeptionelle und methodische Techniken der Theorie kondensierter Materie einarbeiten,
- Grundbegriffe der Literaturrecherche
- einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.

Inhalt Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissenstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel dem/der Studierenden zur Auswahl:
Weiche Materie, biologische Physik, stochastische Dynamik, statistische Physik des Nichtgleichgewichtes, Netzwerke

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Originalliteratur je nach Thema

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 4 Wo., Präsentation 30 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Theoretikum "Theorie kondensierter Materie"" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPXT1	Wahl

Modultitel	Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik
Modultitel (englisch)	Group Theory and Its Applications in Physics
Empfohlen für:	1./2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Methoden der Gruppentheorie mündlich und schriftlich darstellen und erläutern - diese anwenden bei der Beschreibung und Ausnutzung von Symmetrien in verschiedenen Bereichen der Physik; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe der Gruppentheorie: Gruppen, Homomorphismen, Wirkungen - Endliche Gruppen, Molekülsymmetrien, Punktgruppen und Kristallgitter - Darstellungstheorie von endlichen und kompakten Gruppen (bis zum Satz von Peter-Weyl) - Lie-Gruppen und Lie-Algebren (nur Matrix-Gruppen) - Drehgruppe und ihre Darstellungen (einschließlich Spinordarstellungen) - Darstellungen der Permutationsgruppe - Anwendungen in der Quantentheorie: Erster Wignerscher Satz, Drehimpuls und Spin, Clebsch-Gordan, Auswahlregeln, identische Teilchen, NMR-Spektren, Kernmodelle, Multipletts von Elementarteilchen - Einiges zur Darstellungstheorie nichtkompakter Gruppen: Lorentzgruppe und Poincaregruppe (optional: Induzierte Darstellungen, semidirekte Produkte, Wignersche Klassifikation der Elementarteilchen) <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	A. O. Barut, R. Raczka: Theory of group representations and applications, PWN Warsaw, 1977

M. Hamermesh: Group theory and its application to physical problems, Addison-Wesley Reading-London, 1962

S. Sternberg: Group theory and physics, Cambridge University Press, 1994

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik" (4SWS)
	Übung "Gruppentheorie und Anwendungen in der Physik" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPAN1	Wahlpflicht

Modultitel **Fortgeschrittene Analysis I - Partielle Differentialgleichungen**

Modultitel (englisch) Advanced Analysis - PDE

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Analysis

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Partielle Differentialgleichungen I" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Partielle Differentialgleichungen I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit Diplom Mathematik
M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden kennen die wesentlichen konzeptionellen Grundlagen der Theorie partieller Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse über Konzepte und Begriffe mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern; diese an konkreten Problemen anzuwenden; einfache Modellprobleme selbständig zu bearbeiten, zu lösen und ihr Vorgehen zu begründen.

Inhalt Wesentliche Inhalte sind z. B.:

- Theorie der Distributionen und Sobolevräume
- Begriff der schwachen Lösung elliptischer PDG und Existenzaussagen, Energiemethode und Fredholmalternative
- Regularität elliptischer PDG: im Inneren und am Rand
- Eigenwerte und Eigenfunktionen elliptischer Operatoren
- Existenz und Regularität schwacher Lösungen für parabolische und hyperbolische Differentialgleichungen
- Halbgruppentheorie für zeitabhängige Probleme

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

L.C.Evans: Partial Differential Equations, 2nd ed., AMS 2010
 D. Gilbarg, N. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, Springer 2001
 R. Ziemer: Weakly Differentiable Functions, Springer 1989
 O.A. Ladyzhenskaya: The Boundary Value Problems of Mathematical Physics, Springer 1985

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Partielle Differentialgleichungen I" (4SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Partielle Differentialgleichungen I" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPDG1	Wahlpflicht

Modultitel **Fortgeschrittene Differentialgeometrie I**

Modultitel (englisch) Advanced Differential Geometry I

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Geometrie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Fortgeschrittene Differentialgeometrie I" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Fortgeschrittene Differentialgeometrie I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit Diplom Mathematik
M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden kennen die wesentlichen konzeptionellen Grundlagen der Differentialgeometrie. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse über Konzepte und Begriffe mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern; diese an konkreten Problemen anzuwenden; einfache Modellprobleme selbständig zu bearbeiten, zu lösen und ihr Vorgehen zu begründen.

Inhalt Wesentliche Inhalte sind z. B.:

- Geometrische Strukturen auf Mannigfaltigkeiten und Vektorbündeln
- Begriff der Integrität von geometrischen Strukturen und Beispiele für Obstruktionen
- Differentialgeometrie auf Vektorbündeln: Zusammenhänge, Paralleltransport, Monodromie
- Grundbegriffe der geometrischen Topologie/Differentialtopologie
- Konzepte der Riemannschen Geometrie: Krümmungstensor, Schnittkrümmung, Ricci- und Skalarkrümmung
- Einführung in die Symplektische Geometrie: Satz von Darboux, Lagrange-Untermannigfaltigkeiten, Weinsteinubenumgebung

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe T. Frankel: The geometry of physics. 3rd . ed., Cambridge Univ. Press 2012
S. Gallot, D. Hulin, J. Lafontaine: Riemannian Geometry, 3rd ed., Springer 2004
G. Rudolph, M. Schmidt: Differential Geometry and Mathematical Physics, I. Springer 2013
McDuff, Salamon: Introduction to Symplectic Topology, Oxford Univ. Press, 3rd ed., 2017

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Fortgeschrittene Differentialgeometrie I" (4SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Fortgeschrittene Differentialgeometrie I" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPDS1	Wahl

Modultitel **Dynamische Systeme**

Modultitel (englisch) Dynamical Systems

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Professur Mathematik in den Naturwissenschaften

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Dynamische Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Dynamische Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Nach aktiver Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, die grundlegenden Methoden und Begriffe Dynamischer Systeme (Limesmengen, Trajektorientypen, invariante Maße) darzustellen und anzuwenden. Sie können kleinere Probleme, die ihnen gestellt werden, selbstständig oder in Gruppen bearbeiten und Beweisgänge auf Vollständigkeit überprüfen.

Inhalt Eines oder mehrere der folgenden Themen:

- Hamiltonsche Systeme
- Ergodensätze
- Verzweigungstheorie und qualitatives Verhalten gewöhnlicher Differentialgleichungssysteme

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe B. Hasselblatt / A. Katok: Modern Theory of Dynamical Systems

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Dynamische Systeme" (2SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Dynamische Systeme" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPDST	Wahl

Modultitel	Diskrete Stochastische Modelle in der Physik
Modultitel (englisch)	Discrete Stochastic Models in Physics
Empfohlen für:	2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Wirtschaftsmathematik/Stochastik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	i.d.R. mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Diskrete Stochastische Modelle in der Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h • Seminar "Diskrete Stochastische Modelle in der Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. Mathematical Physics
Ziele	Nach aktiver Teilnahme sind die Studenten in der Lage, die grundlegenden Methoden und Begriffe großer stochastischer Systeme (z.B. Gibbsmaße, relative Entropie, große Abweichungsfunktionale) darzustellen und anzuwenden. Sie können kleinere Probleme, die ihnen gestellt werden, selbstständig oder in Gruppen bearbeiten und Beweisgänge auf Vollständigkeit überprüfen.
Inhalt	<p>Eines oder mehrere der folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phasenübergänge in Spin-Systemen - Große Abweichungen - Metastabile Zustände - Zufällige Matrizen <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>Dembo, A. and Zeitouni, O.: Large Deviations Techniques and Applications. 2nd ed., New York: Springer 1998.</p> <p>Friedli, S. and Velenik, Y.: Statistical mechanics of lattice systems: A concrete mathematical introduction. 2016</p> <p>Tao, T.: Topics in random matrix theory. Providence: Amer. Math. Soc. 2012.</p> <p>Bovier, A. and den Hollander, F.: Metastability. A potential-theoretic approach. Cham: Springer 2015.</p>
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Diskrete Stochastische Modelle in der Physik" (2SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Diskrete Stochastische Modelle in der Physik" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPFOP1	Wahlpflicht

Modultitel **Funktionalanalysis / Operatortheorie**

Modultitel (englisch) Functional Analysis / Operator Theory

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Funktionalanalysis

Dauer 1 Semester

Modulturnus alle 2 Jahre im Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Funktionalanalysis - Operatortheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Funktionalanalysis - Operatortheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Nach aktiver Teilnahme sind die Studenten in der Lage, die grundlegenden Methoden und Begriffe der Funktionalanalysis (Kompaktheit, selbstadjungierte Operatoren, Spektraltheorie) darzustellen und anzuwenden. Sie können kleinere Probleme, die ihnen gestellt werden, selbstständig oder in Gruppen bearbeiten und Beweisgänge auf Vollständigkeit überprüfen.

Inhalt Eines oder mehrere der folgenden Themen:

- Banachraumtheorie
- Funktionenräume
- Operatorentheorie
- Spektraltheorie

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe N. Dunford, J. T. Schwartz: Linear Operators

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Funktionalanalysis - Operatortheorie" (2SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Funktionalanalysis - Operatortheorie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPSP1	Wahlpflicht

Modultitel **Stochastische Prozesse I**

Modultitel (englisch) Stochastic Processes I

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Wirtschaftsmathematik/Stochastik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Stochastic Processes I" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Stochastic Processes I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
Diplom Mathematik
Diplom Wirtschaftsmathematik
M.Sc. Mathematical Physics

Ziele

Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:

- die grundlegenden Begriffe und Konzepte der Theorie stochastischer Prozesse mündlich und schriftlich darstellen und erläutern;
- diese anwenden, um das Verhalten einfacher stochastischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen;
- einfache Modellprobleme selbstständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.

Inhalt

- Markov-Kettten: Rekurrenz/Transienz, Gleichgewichtsverteilungen und Langzeitverhalten, Potentialtheorie und elektrische Netzwerke
- Brown'sche Molekularbewegung
- Stochastische Differentialgleichungen und Feynman-Kac-Formeln

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

N.G. van Kampen. Stochastic Processes in Physics and Chemistry, Elsevier 2007
J. Norris, Markov Chains, Cambridge University Press, 2007
A. Klenke, Probability Theory, Springer 2014

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "Stochastic Processes I" (4SWS)

Seminar "Stochastic Processes I" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPSTAG	Wahl

Modultitel **Ausgewählte Probleme der Algebra und Geometrie**

Modultitel (englisch) Selected Topics in Algebra and Geometry

Empfohlen für: 2./3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Geometrie

Dauer 1 Semester

Modulturnus i.d.R. mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen

- Vorlesung "Ausgewählte Probleme der Algebra und Geometrie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Ausgewählte Probleme der Algebra und Geometrie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Nach aktiver Teilnahme sind die Studenten in der Lage, in einem Teilbereich der Algebra und Geometrie den Forschungsstand mündlich und schriftlich darzustellen und die zugehörigen Methoden auf fortgeschrittene Probleme anzuwenden.

Inhalt Fortgeschrittene Themen zu einem Bereich der Algebra und Geometrie, z.B. aus folgenden Bereichen:

- Darstellungstheorie, Darstellungen endlicher und kompakter Gruppen, Charaktere und ihre Eigenschaften, induzierte Darstellungen
- Theorie und Klassifikation komplexer halbeinfacher Lie-Algebren und kompakter Lie-Gruppen, Darstellungstheorie solcher Lie-Algebren und Lie-Gruppen
- Darstellungen der symmetrischen und klassischen Gruppen
- Zahlentheorie und Modulformen
- Riemannsche Geometrie
- Symplektische Geometrie
- Konforme Geometrie
- Geometrie von Hauptfaserbündeln
- Geometrie der Dirac-Operatoren

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe je nach Teilgebiet z.B.:

- James E. Humphreys, Introduction to Lie Algebras and Representation Theory, Graduate Texts in Mathematics 9, Springer-Verlag 1972.
- William Fulton, Joe Harris, Representation Theory. A First
- Hugh L. Montgomery, Robert C. Vaughan, Multiplicative Number Theory: I. Classical Theory, Cambridge Studies in Advanced Mathematics 97, Cambridge University Press 2006
- Henryk Iwaniec, Emmanuel Kowalski, Analytic Number Theory, American

Mathematical Society 2004

- Peter Sarnak, Some Applications of Modular Forms, Cambridge Tracts in Mathematics 99, Cambridge University Press 1990
- Klingenberg, Riemannian Geometry
- McDuff, Salamon, J-holomorphic curves and Symplectic Geometry
- J. Jost: Riemannian Geometry and Geometry Analysis

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Ausgewählte Probleme der Algebra und Geometrie" (2SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Ausgewählte Probleme der Algebra und Geometrie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPSTAN	Wahl

Modultitel **Ausgewählte Probleme der Analysis**

Modultitel (englisch) Selected Topics in Analysis

Empfohlen für: 2./3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Analysis

Dauer 1 Semester

Modulturnus i.d.R. mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen

- Vorlesung "Ausgewählte Probleme der Analysis" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Ausgewählte Probleme der Analysis" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Nach aktiver Teilnahme sind die Studenten in der Lage, die grundlegenden Methoden und Begriffe aus Teilbereichen der Analysis darzustellen und anzuwenden. Sie können kleinere Probleme, die ihnen gestellt werden, selbstständig oder in Gruppen bearbeiten und Beweisgänge auf Vollständigkeit überprüfen.

Inhalt Eines oder mehrere der folgenden Themen:

1. Geometrische Maßtheorie
2. Krümmungsflüsse
3. Regularitätstheorie für elliptische und parabolische Systeme
4. Nichtlineare Elastizitätstheorie
5. Phasenübergänge in der Kontinuumsphysik
6. Gleichungen der Strömungsmechanik
7. Hyperbolische Feldgleichungen
8. Homogenisierung

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Je nach Teilbereich z.B.

- Leon Simon: Geometric Measure Theory
- Giaquinta u. Hildebrand: Calculus of Variations
- Peter Topping: Lectures on Ricci Flow (CUP, 2006)
- Lions: Mathematical topics in fluid mechanics

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Ausgewählte Probleme der Analysis" (2SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Ausgewählte Probleme der Analysis" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS4	Wahlpflicht

Modultitel	Quantenfeldtheorie und Gravitation
Modultitel (englisch)	Quantum Field Theory and Gravity
Empfohlen für:	2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation, Leiter der Abteilung Theorie der Elementarteilchen
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens jedes zweite Semester
Lehrformen	• Seminar "Quantum Field Theory and Gravity" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, fortgeschrittene Konzepte und Anwendungen der Gebiete Quantenfeldtheorie und Gravitation mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern. Sie können dieses Wissen selbständig auf aktuelle Forschungsfragen anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Ergebnisse zu bewerten und diese sowohl in Form einer wissenschaftlichen Arbeit schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen: Eichfeldtheorie, Mathematische Physik, Gravitationstheorie, Quantenfeldtheorie Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019 Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Quantum Field Theory and Gravity" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS5	Wahlpflicht

Modultitel **Quantenfeldtheorie**

Modultitel (englisch) Quantum Field Theory

Empfohlen für: 2./3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Theorie der Elementarteilchen

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen • Seminar "Quantum Field Theory and Particle Physics" (2 SWS) = 30 h
Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. International Physics Studies Program
M.Sc. Mathematical Physics
M.Sc. Physik

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, fortgeschrittene Konzepte und Anwendungen der Quantenfeldtheorie mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern. Sie können dieses Wissen selbständig auf aktuelle Forschungsfragen der Quantenfeldtheorie anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Ergebnisse zu bewerten und diese sowohl in Form einer wissenschaftlichen Arbeit schriftlich als auch mündlich darzustellen.

Inhalt Fortgeschrittene Themen, wie z.B.:

- 1) Renormierungstheorie
- 2) Zustandssummen/Pfadintegral in der Quantenfeldtheorie (z.B. Gitterformulierung) und statischen Physik
- 3) Wichtige Konzepte in der QFT, wie z.B. Symmetrien und deren Brechung, Operator Produkt Entwicklungen, etc.
- 4) Themen mit aktuellem Hintergrund, wie z.B. Holographie, AdS/CFT Korrespondenz

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 3 Wo., Präsentation 45 Min.), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Quantum Field Theory and Particle Physics" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS7	Wahlpflicht

Modultitel	Theorie kondensierter Materie
Modultitel (englisch)	Condensed Matter Theory
Empfohlen für:	2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Theorie der kondensierten Materie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	• Seminar "Theorie kondensierter Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus den Gebieten der kondensierten Materie, der biologischen Physik, der stochastischen Dynamik, sowie aus verwandten Gebieten kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), dessen schriftliche Ausarbeitung sie einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von schriftlichen Ausarbeitungen und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.
Inhalt	Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen: Struktur und Dynamik kondensierter Materie, Stochastische Dynamik, aktuelle interdisziplinäre Anwendungen der Theoretischen Physik Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019 Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Theorie kondensierter Materie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS8	Wahlpflicht

Modultitel **Computerorientierte Quantenfeldtheorie**

Modultitel (englisch) Computer-oriented Quantum Field Theory

Empfohlen für: 2./3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Computer-orientierte Quantenfeldtheorie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen • Seminar "Computer-oriented Quantum Field Theory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. International Physics Studies Program
M.Sc. Mathematical Physics
M.Sc. Physik

Ziele Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen zu den Gebieten computerorientierte Quantenfeldtheorie sowie verwandten Gebieten kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), den sie schriftlich ausarbeiten und einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von schriftlichen Ausarbeitungen und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.

Inhalt Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen:

Computersimulationen, effiziente Algorithmen, Anwendungen in der statistischen Physik und Quantenfeldtheorie

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Computer-oriented Quantum Field Theory" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS9	Wahlpflicht

Modultitel **Quantenstatistische Physik**

Modultitel (englisch) Quantum Statistical Physics

Empfohlen für: 2./3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Statistische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen • Seminar "Quantenstatistische Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. International Physics Studies Program
M.Sc. Mathematical Physics
M.Sc. Physik

Ziele Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus der quantenstatistischen Physik kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), dessen schriftliche Ausarbeitung sie einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von Manuskripten und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.

Inhalt Themen aus der Theorie niedrigdimensionaler Elektronensystemen mit starker Wechselwirkung sowie aus der Quantenphysik nanostrukturierter Systeme.

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit: schriftliche Ausarbeitung (3 Wochen) und Präsentation (45 Min.), mit Wichtigkeit: 1

Seminar "Quantenstatistische Physik" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMDC2	Wahl

Modultitel	Computersimulation II
Modultitel (englisch)	Computer Simulations II
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Computer-orientierte Quantenfeldtheorie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Computersimulation II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Computersimulation II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden werden durch eine aktive Teilnahme am Modul in die Lage versetzt, Simulationsalgorithmen selbständig anzuwenden und mit aktuellen Literaturergebnissen zu vergleichen und damit zu bewerten. Die daraus gezogenen Schlüsse befähigen sie dazu, umfangreichere Computereperimente zu planen, den Ablauf zu organisieren und schließlich erfolgreich durchzuführen.
Inhalt	<p>Fortgeschrittene Simulationsmethoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - MD mit erweiterten Ensembles, Nichtgleichgewicht, Quanten MD komplexe Moleküle und langreichweitige Felder (elektrische Ladungen, Ewaldsumme) - Fortgeschrittene Monte-Carlo - Methoden: großkanonisches MC, Gibbs MC, umbrella sampling, - Dynamisches MC, Simulation verdünnter Gase - Transition State Theory, rare events <p>Anwendungen auf komplexe reale Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diffusion an Grenzflächen und in Hohlräumen (in Zeolithen und Metall-Organischen Gerüstverbindungen) - Phasenübergänge in einfachen Modellsystemen, - Simulation von Nichtgleichgewichtsprozessen - Simulation verdünnter Gase einschließlich chemischer Gasphasenreaktionen <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	M.P. Allen and D.J. Tildesley, Computer simulation of liquids, Clarendon Press, Oxford, 1987. R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik - Grundlagen und Anwendungen, mit Kapitel von H.L. Vörtler, Abriss der Monte-

Carlo-Methode, Vieweg , Wiesbaden, 1995
D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations; From Algorithms to Applications, Academic Press, San Diego, London, 2002

Vergabe von Leistungspunkten keine

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Computersimulation II" (2SWS)
	Übung "Computersimulation II" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG2	Wahlpflicht

Modultitel	Kosmologie
Modultitel (englisch)	Cosmology
Empfohlen für:	1./2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Kosmologie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Kosmologie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Methoden und Ergebnisse der modernen Kosmologie mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese Methoden selbständig anwenden, um das Verhalten einfacher kosmologischer Modelle zu untersuchen, und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Historischer Überblick: Entwicklung der Kosmologie - Beobachtungsmöglichkeiten und -ergebnisse, Entfernungsskalen, Materiezählung, Bewegung von Galaxien und Galaxienansammlungen - Abriss Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie, kosmologische Raumzeitmodelle, kosmische Expansion in der Theorie und Vergleich mit Beobachtungsergebnissen - Thermisches Verhalten von Strahlung und Materie im frühen Universum, Baryogenese, Nukleosynthese, Rekombination; Helium-Überschuss, Hintergrundstrahlungstemperatur - Horizont-Problem, inflationäre Szenarien - Dunkle Materie - Fluktuationen der Geometrie im frühen Universum als Keime der Strukturbildung, Quantisierung <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>H. Goenner: Kosmologie, Spektrum, 1998 S. Weinberg: Cosmology, Oxford University Press, 2008 S. Dodelson: Modern Cosmology, Academic Press, 2003</p>

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Kosmologie" (4SWS)
	Übung "Kosmologie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG3	Wahl

Modultitel	Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit
Modultitel (englisch)	Quantum Field Theory on Curved Space Times
Empfohlen für:	2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Methoden der Quantenfeldtheorie auf gekrümmten Raumzeiten mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten einfacher feldtheoretischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Quantisierung von linearen Feldtheorien im Minkowskiraum - Global hyperbolische Raumzeiten, Quantisierung linearer Felder auf global hyperbolischen Raumzeiten, Hadamard-Zustände - Allgemein kovariante Quantenfeldtheorie: Grundlagen, Strukturaussagen - Teilchenerzeugung in externen Gravitationsfeldern für lineare Quantenfelder - Hawking-Effekt - Teilchenerzeugung im frühen Universum - Der renormierte Energie-Impuls-Tensor - Ausblick: Perturbatives Quantisierungs/Renormierungsprogramm für wechselwirkende Quantenfelder <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>R.M. Wald: General Relativity, University of Chicago Press, 1984; R.M. Wald: Quantum Field Theory in Curved Spacetime and Black Hole Thermodynamics, University of Chicago Press, 1996 R. Haag: Local Quantum Physics, Springer, 2nd ed., 1996 S. Fulling: Aspects of Quantum Field Theory in Curved Spacetime, CUP, 1990</p>

N.D. Birrell, P.C.W. Davies: Quantum fields in curved space, CUP 1984

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit" (4SWS)
	Übung "Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raumzeit" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG6	Wahl

Modultitel	Theoretikum "Quantenfeldtheorie und Gravitation"
Modultitel (englisch)	Practical Course: Quantum Field Theory and Gravity
Empfohlen für:	2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Semester
Lehrformen	• Seminar "Theoretikum Quantenfeldtheorie und Gravitation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> - sich in konzeptionelle und methodische Techniken der Quantenfeldtheorie und Gravitation einarbeiten, - Grundbegriffe der Literaturrecherche - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissensstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel dem/der Studierenden zur Auswahl: Eichfeldtheorie, differentialgeometrische Aspekte der Theoret. Physik, Gravitationstheorie, Quantenfeldtheorie, nicht-kommutative Geometrie, Quanteninformationstheorie Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung, mit Wichtung: 1	
	Seminar "Theoretikum Quantenfeldtheorie und Gravitation" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSTP1	Wahl

Modultitel	Quantenfeldtheorie der Vielteilchensysteme
Modultitel (englisch)	Quantum Field Theory of Many-Particle Systems
Empfohlen für:	2./3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Statistische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 140 h Selbststudium = 200 h • Übung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden lernen sowohl wesentliche Konzepte und Methoden der Quantenfeldtheorie kennen als auch wichtige Anwendungsbeispiele. Ausgehend von Funktionalintegralen werden durch die Behandlung von Anwendungen aus den Bereichen Nanophysik, ungeordnete Systeme und stark korrelierte Systeme Kenntnisse vermittelt, die die Bearbeitung aktueller Probleme auf dem Gebiet der Vielteilchenphysik mit Methoden der Quantenfeldtheorie erlauben.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Funktionalintegrale für Vielteilchensysteme - Greensche Funktionen, Antwortfunktionen und Observable - Störungstheorie und mittlere Feldnäherung - Kollektive Quantenfelder und Fluktuationen - Renormierungsgruppe - dissipatives Quantentunneln - topologische Feldtheorie <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	A. Altland and B.D. Simons, Condensed Matter Field Theory (Cambridge University Press); X.-G. Wen, Quantum Field Theory of Many-Body Systems: From the Origin of Sound to an Origin of Light and Electrons (Oxford Graduate Texts); H. Orland and J.W. Negele Quantum Many Particle Systems, Addison-Wesley;
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems"
(4SWS)

Übung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPT2	Wahlpflicht

Modultitel **Fortgeschrittene Statistische Physik**

Modultitel (englisch) Advanced Statistical Physics

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Theorie der kondensierten Materie, Leiter der Abteilung Theorie der Elementarteilchen

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Fortgeschrittene Statistische Physik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h
- Übung "Fortgeschrittene Statistische Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
M.Sc. International Physics Studies Program
M.Sc. Mathematical Physics
M.Sc. Physik

Ziele

Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:

- die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Methoden und Ergebnisse der fortgeschrittenen statistischen Physik mündlich und schriftlich darstellen und erläutern;
- diese anwenden, um das Verhalten von Systemen mit vielen Freiheitsgraden zu untersuchen und vorherzusagen;
- einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen
- die erworbenen Kenntnisse auf neue Problemstellungen übertragen;
- ihr Fachwissen anhand von Originalliteratur selbständig erweitern

Inhalt

Begriffliche Vertiefung und relevante Beispiele der Gleichgewichts-Statistischen Mechanik, kritische Phänomene und Renormierungsgruppe, Thermodynamik und Statistische Mechanik des Nichtgleichgewichts, Einführung in stochastische Prozesse und Algorithmen

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Mehran Kardar: Statistical Physics of Particles; Statistical Physics of Fields, (Cambridge)

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "Fortgeschrittene Statistische Physik" (4SWS)

Übung "Fortgeschrittene Statistische Physik" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPAN2	Wahl

Modultitel Fortgeschrittene Analysis II

Modultitel (englisch) Advanced Analysis II

Empfohlen für: 3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Analysis

Dauer 1 Semester

Modulturnus alle 2 Jahre im Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Partielle Differentialgleichungen II" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Partielle Differentialgleichungen II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit Diplom Mathematik
M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden beherrschen die Inhalte eines Vertiefungsbereiches Partielle Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse über Konzepte und Begriffe mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern; diese auf konkrete Probleme anzuwenden; typische Modellprobleme selbständig zu bearbeiten, zu lösen und ihr Vorgehen zu begründen.

Inhalt Wesentliche Inhalte sind einem der drei Vertiefungsbereiche der modernen Theorie nichtlinearer PDE zugeordnet:

- a) PDE und Strömungsmechanik, oder
- b) Variationsrechnung, oder
- c) PDE und Materialien

Zu a) gehören z.B.:
Die Gleichungssysteme von Navier-Stokes und Euler, Vlasov-Poisson, Boltzmann-Gleichung

Zu b) gehören z.B.:
Direkte und indirekte Methoden, Quasikonvexität, Regularitätstheorie, Gamma-Konvergenz

Zu c) gehören z.B.:
Nichtlineare Elastizität, Homogenisierung, Inverse Probleme, Ginzburg-Landau

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe M.Giaquinta, S. Hildebrandt; Calculus of Variations, Springer 2004;
A.Majda-A.Bertozzi, Vorticity and Incompressible Flow, CUP 2001;
G.W. Milton, The Theory of Composites, CUP 2002, online 2009;
L.Saint-Raymond, Hydrodynamic Limits of the Boltzmann Equation, Springer 2009;
R.Teman, Navier-Stokes equation, AMS 2000;

L. Simon, Geometric Measure Theory, Tsinghua Lectures, Stanford Univ. 2014;
M.Struwe, Variational Methods, Springer 1990

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Partielle Differentialgleichungen II" (4SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Partielle Differentialgleichungen II" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPDG2	Wahl

Modultitel **Fortgeschrittene Differentialgeometrie II**

Modultitel (englisch) Advanced Differential Geometry II

Empfohlen für: 3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Geometrie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Fortgeschrittene Differentialgeometrie II" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Fortgeschrittene Differentialgeometrie II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit Diplom Mathematik
M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden beherrschen die Inhalte eines Vertiefungsbereiches der Differentialgeometrie. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse über Konzepte und Begriffe mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern; diese an konkreten Problemen anzuwenden; typische Modellprobleme selbständig zu bearbeiten, zu lösen und ihr Vorgehen zu begründen sowie ihr Fachwissen anhand von Originalliteratur selbstständig zu erweitern.

Inhalt Wesentliche Inhalte sind einem der drei Vertiefungsbereiche der Differentialgeometrie zugeordnet:

- a) Riemannsche Geometrie, oder
- b) Symplektische Geometrie/Hamiltonsche Systeme, oder
- c) Globale Geometrische Analysis

Zu a) gehören z. B.:

- Riemannsche Vergleichstheorie, Abstandsfunktionen, Volumenvergleich, Ricci-Spaltungssatz, Starrheitssätze
- Geschlossene Geodätische: Existenz und geometrische Eigenschaften

Zu b) gehören z. B.:

- Existenz, Invarianten und Obstruktionen von symplektischen Mannigfaltigkeiten
- Symplektische Reduktion, Momentum-Abbildung, Hamiltonsche Systeme
- Symplektische Kapazitäten, Non-Squeezing-Theorem,
- Symplektische Starrheit
- Methodik der J-holomorphen Kurven und ihrer Modulräume, Floer-Theorie

Zu c) gehören z. B.:

- Geometrie der Spinoren
- Differentialoperatoren: Konstruktion und Spektralgeometrie von Dirac- und Laplaceoperatoren, Weitzenböck-Technik

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe H. Hofer, E. Zehnder, Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics, Birkhäuser, 1994
J. Jost, Riemannian Geometry and Geometric Analysis, Springer, 7.th ed., 2017
H.B. Lawson, M.L. Michelsohn, Spin Geometry, Princeton Univ. Press, 1989
P. Petersen, Riemannian Geometry, Springer, 3rd ed., 2017
D. McDuff, D. Salamon: Introduction to Symplectic Topology, Oxford Univ. Press, 3rd ed., 2017
D. McDuff, D. Salamon: J-holomorphic Curves and Symplectic Topology, AMS, Providence, 2012

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Fortgeschrittene Differentialgeometrie II" (4SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Fortgeschrittene Differentialgeometrie II" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPDS2	Wahl

Modultitel **Fortgeschrittene Theorie Dynamischer Systeme**

Modultitel (englisch) Advanced Theory of Dynamical Systems

Empfohlen für: 3. Semester

Verantwortlich Professur Mathematik in den Naturwissenschaften

Dauer 1 Semester

Modulturnus alle 2 Jahre im Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Fortgeschrittene Dynamische Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
- Seminar "Fortgeschrittene Dynamische Systeme" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Nach aktiver Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, in einem Teilbereich der Theorie dynamischer Systeme den aktuellen Forschungsstand mündlich und schriftlich darzustellen und die zugehörigen Methoden auf fortgeschrittene Probleme anzuwenden.

Inhalt Fortgeschrittene Themen aus aktueller Forschung zu einem Bereich der dynamischen Systeme (z.B. Hamiltonsche Systeme, Ergodentheorie, geometrische dynamische Systeme)

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe B. Hasselblatt / A. Katok: Modern Theory of Dynamical Systems
E. Zehnder: Lectures on Dynamical Systems, EMS, 2010

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Fortgeschrittene Dynamische Systeme" (2SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Fortgeschrittene Dynamische Systeme" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPFOP2	Wahl

Modultitel	Fortgeschrittene Operatoretheorie
Modultitel (englisch)	Advanced Operator Theory
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Funktionalanalysis
Dauer	1 Semester
Modulturnus	i.d.R. mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Fortgeschrittene Operatoretheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h • Seminar "Fortgeschrittene Operatoretheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. Mathematical Physics
Ziele	Nach aktiver Teilnahme sind die Studenten in der Lage, die grundlegenden Methoden und Begriffe der fortgeschrittenen Operatortheorie (z.B. Ergodizität, Erzeuger, Spektralmaß beschränkter und unbeschränkter Operatoren) darzustellen und anzuwenden. Sie können kleinere Probleme, die ihnen gestellt werden, selbstständig oder in Gruppen bearbeiten und Beweisgänge auf Vollständigkeit überprüfen.
Inhalt	<p>Eines oder mehrere der folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Halbgruppentheorie - Ergodentheorie - C^*-Algebren - Spektralanalyse <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Engel, Nagel: A Short Course on Operator Semigroups Dixmier: C^* -Algebras
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Fortgeschrittene Operatoretheorie" (2SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Fortgeschrittene Operatoretheorie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPHSAL	Wahlpflicht

Modultitel **Neuere Entwicklungen in der Algebra**

Modultitel (englisch) New Developments in Algebra

Empfohlen für: 3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Algebra

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen • Seminar "Neuere Entwicklungen in der Algebra" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage, neueste Forschungsartikel zu verstehen und inhaltlich aufzubereiten.

Inhalt Aktuelle Forschungsergebnisse in einem Spezialgebiet der Algebra

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Aktuelle Forschungsartikel
Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in der Lehrveranstaltung.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Neuere Entwicklungen in der Algebra" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPHSAN	Wahlpflicht

Modultitel **Neuere Entwicklungen in der Analysis**

Modultitel (englisch) New Developments in Analysis

Empfohlen für: 3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Analysis

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen • Seminar "Neuere Entwicklungen in der Analysis" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage, neueste Forschungsartikel zu verstehen und inhaltlich aufzubereiten.

Inhalt Aktuelle Forschungsergebnisse in einem Spezialgebiet der Analysis

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Aktuelle Forschungsartikel
Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in der Lehrveranstaltung.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Neuere Entwicklungen in der Analysis" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPHSG	Wahlpflicht

Modultitel **Neuere Entwicklungen in der Geometrie**

Modultitel (englisch) New Developments in Geometry

Empfohlen für: 3. Semester

Verantwortlich Leiter der Abteilung Geometrie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen • Seminar "Neuere Entwicklungen in der Geometrie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage, neueste Forschungsartikel zu verstehen und inhaltlich aufzubereiten.

Inhalt Aktuelle Forschungsergebnisse in einem Spezialgebiet der Geometrie

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Aktuelle Forschungsartikel
Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in der Lehrveranstaltung.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Neuere Entwicklungen in der Geometrie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPHSS	Wahlpflicht

Modultitel	Neuere Entwicklungen in der Wahrscheinlichkeitstheorie
Modultitel (englisch)	New Developments in Stochastics
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Wirtschaftsmathematik/Stochastik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	• Seminar "Neuere Entwicklungen in der Wahrscheinlichkeitstheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. Mathematical Physics
Ziele	Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage, neueste Forschungsartikel zu verstehen und inhaltlich aufzubereiten.
Inhalt	Aktuelle Forschungsergebnisse in einem Spezialgebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Aktuelle Forschungsartikel Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in der Lehrveranstaltung.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Neuere Entwicklungen in der Wahrscheinlichkeitstheorie" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	10-MAT-MPSP2	Wahl

Modultitel	Stochastische Prozesse II
Modultitel (englisch)	Stochastic Processes II
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Wirtschaftsmathematik/Stochastik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Stochastic Processes II" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h • Seminar "Stochastic Processes II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	Diplom Mathematik Diplom Wirtschaftsmathematik M.Sc. Mathematical Physics
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fortgeschrittene Konzepte und Methoden der Theorie der stochastischen Prozesse mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten komplexer stochastischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen. - Ihr Fachwissen anhand von Originalliteratur selbstständig erweitern
Inhalt	<p>Vertiefungsrichtung a) - Zufällige Medien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Punktprozesse und Perkolation - Irrfahrten in zufälligen Medien - Homogenisierung - Interagierende Partikelsysteme <p>oder</p> <p>Vertiefungsrichtung b) - Kondensierte Materie und stochastische Feldtheorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Freidlin-Wenzel-Theorie und Metastabilität - Hydrodynamischer Limes von Partikelsystemen - Stochastische Partielle Differentialgleichungen <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>G. Grimmet, Percolation, Springer 1999 G. Grimmet, Probability on Graphs, Cambridge University Press, 2018 G. da Prato, J Zabczyk, Stochastic Equations in Infinite Dimensions, Cambridge University Press, 2008</p>

C. Kipnis, C. Landim, Scaling Limits of Interacting Particle Systems, 1999

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 2	
	Vorlesung "Stochastic Processes II" (4SWS)
Referat (60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	Seminar "Stochastic Processes II" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MPFS	Pflicht

Modultitel **Forschungspraktikum**

Modultitel (englisch) Research Practice

Empfohlen für: 3. Semester

Verantwortlich Leiter des Instituts für Theoretische Physik/Leiter des Instituts für Mathematik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen • Seminar "Arbeitsgruppenseminar" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 420 h Selbststudium = 450 h

Arbeitsaufwand 15 LP = 450 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit M.Sc. Mathematical Physics

Ziele Die Studierenden erweitern ihre Kenntnisse auf einem Spezialgebiet (der Mathematik, der theoretischen Physik oder der mathematischen Physik) entsprechend dem internationalen Stand der Forschung. Sie sind in der Lage, an forschungsorientierten Diskussionen des Spezialgebiets teilzunehmen und sind kompetent, spezielle Probleme des Spezialgebiets mit Hilfe der im Studiengang erworbenen Kenntnisse und Methoden selbstständig zu bearbeiten sowie schriftlich und in Vortragsform darzustellen.

Inhalt Dieses Modul ist Teil der Forschungsphase des Masterstudiums. Es besteht in der Erarbeitung der methodischen und inhaltlichen Grundlagen für die Aufnahme der Masterarbeit und der Planung der konkreten Problemstellung.

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Einschlägige Lehrbuchliteratur sowie für das Spezialgebiet relevante Originalliteratur

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Vortrag 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Seminar "Arbeitsgruppenseminar" (2SWS)

Master of Science Mathematical Physics

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPCQT2	Wahl

Modultitel	Computational Physics II
Modultitel (englisch)	Computational Physics II
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Leiter der Abteilung Computer-orientierte Quantenfeldtheorie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	Wintersemester (im geradzahligen Jahr beginnend)
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Computational Physics II" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Computational Physics II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. International Physics Studies Program M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Nach aktiver Teilnahme am Modul können die Studierenden die derzeitigen Möglichkeiten von Computereperimenten einschätzen und kritisch beurteilen. Sie kennen die wichtigsten Computerplattformen und Beispiele für deren forschungsrelevante Anwendungen, können diese Kenntnisse selbstständig zur Lösung von Modellproblemen anwenden und auf eigene Fragestellungen in der Forschung übertragen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Nichtlokale Monte-Carlo-Algorithmen: Cluster, Mehrgitter, Würmer, ... - Monte-Carlo-Renormierungsgruppe - Verallgemeinerte Ensembles: Multikanonische und „Tempering“ Verfahren - Computerarchitekturen: Vektorisierung, Parallelisierung - Computeralgebra - Transfermatrixverfahren, Quanten-Monte-Carlo, Molekulardynamik, Hochtemperaturreihenentwicklungen - Ausgewählte Anwendungen: Spingläser, ungeordnete Ferromagnete, Polymere und Proteine, Zufallsflächen- und graphen, Netzwerke <p>Empfohlene Voraussetzungen: Elementare Programmierkenntnisse in C oder Fortran. Kenntnisse aus der Vorlesung "Statistische Physik I" sind hilfreich und sinnvoll, aber keine Voraussetzung.</p> <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul "Computational Physics I" (12-PHY-MWPCQT1)
Literaturangabe	D.P. Landau und K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics (Cambridge University Press, Cambridge, 2005) B.A. Berg, Markov Chain Monte Carlo Simulations and Their Statistical Analysis (World Scientific, Singapore, 2004)

M.E.J. Newman und G.T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics (Clarendon Press, Oxford, 1999)
D. Frenkel und B. Smit, Understanding Molecular Simulation (Academic Press, New York, 2002)

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Computational Physics II" (4SWS)
	Übung "Computational Physics II" (2SWS)