



Fachbereich Physik

Verzeichnis zu den Vertiefungsfächern im Bachelorstudiengang Physik

XF

Vorwort

Im Nachfolgenden wird eine Auflistung der Vertiefungsfachmodule nach Auftreten in der Abfolge der Vertiefungsfächer gegeben. Es stehen neun Vertiefungsfächer zur Auswahl:

	Vertiefungsfach	Koordinator	e-mail
1	Astronomie und Astrophysik	K. Werner	werner@astro.uni-tuebingen.de
2	Astroteilchenphysik	J. Jochum	josef.jochum@uni-tuebingen.de
3	Biologische und Medizinische Physik	F. Schreiber	frank.schreiber@uni-tuebingen.de
4	Kern- und Teilchenphysik	T. Lachenmaier	tobias.lachenmaier@uni-tuebingen.de
5	Atome und Licht: Quantenoptik	C. Zimmermann	clz@pit.physik.uni-tuebingen.de
6	Kondensierte Materie	D. Kölle	koelle@uni-tuebingen.de
7	Nanostrukturen und Grenzflächen	D. Wharam	david.wharam@uni-tuebingen.de
8	Wissenschaftliches Rechnen	W. Kley	Wilhelm.kley@uni-tuebingen.de
9	Fortgeschrittene Theoretische Physik	R. Roth	roland.roth@uni-tuebingen.de

Übersichten, Regelungen und Anforderungen zu den entsprechenden Vertiefungsfächern sind im Modulhandbuch des Bachelorstudiengangs Physik angegeben.

Einzelne Vertiefungsfachmodule können auch als Ergänzungsmodule verwendet werden, wenn dies unter "Verwendbarkeit" explizit ausgewiesen ist. In der Regel werden Ergänzungsmodule studienbegleitend geprüft, während Vertiefungsfachmodule durch eine mündliche Prüfung modulumfangend geprüft werden.

Tübingen, April 2020

Inhaltsverzeichnis

1 Vertiefungsfachmodule	6
VFSATP Seminar zu Astro- und Teilchenphysik	6
VFSAAP Seminar zu aktuellen Problemen der Astronomie und Astrophysik	7
VFAPF Astrophysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum	8
VFAP Astronomisches Praktikum	9
VFTAP Theoretische Astrophysik	10
VFERT Einführung in die Relativitätstheorie	11
VFRAP Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation	12
VFATG Advanced topics in gravitation	13
VFBHP Black Hole Physics	14
VFHAP Hochenergie-Astrophysik	15
VFHESG High-Energy Sources in our Galaxy	16
VFAPT Astrophysik mit Teilchen	17
VFNMPAP Numerische Methoden in Physik und Astrophysik	18
VFCAP Computational Astrophysics	19
VFKos Kosmologie	20
VFEAAP Extragalaktische Astronomie und Astrophysik	21
VFVS Veränderliche Sterne	22
VFBES Bau und Entwicklung der Sterne	23
VFPSA Physik der Sternatmosphären	24
VFBTA Beobachtungstechniken der Astrophysik	25
VFPLE Planetenentstehung	26
VFSE Sternentstehung	27
VFEXO Exoplanets	28
VFNuP Neutrino-physik	29
VFEATP Experimentelle Astroteilchenphysik	30
VFQFTTP1 Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik I	31
VFQFTTP2 Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik II	32
VFQFTTP3 Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik III	33
VFMFTTP Moderne Feldtheorie und Teilchenphysik	34
VFMMKTP Messmethoden in Kern- und Teilchenphysik	35
VFYMT Yang-Mills-Theorie	36
VFSWW Physik und Experimente der schwachen Wechselwirkung	37
VFCP Colliderphysik	38
VFET Experimentelle Teilchenphysik (für Fortgeschrittene)	39
VFPP Particle Physics	40
VFPMBM Physik der molekularen und biologischen Materie	41
VFPNG Seminar zur Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen	42
VFPMBN Physik der molekularen und biologischen Nanostrukturen	43
VFNBPBM NanoBioPhysik und Rastersondenmikroskopie	44
VFTNSBP Experimental Techniques in NanoScience and Biophysics	45
VFDFD Dichtefunktionaltheorie für klassische und Quantensysteme	46
VFSM Experimentelle und Theoretische Soft Matter Physik	47
VFONS Optische (Nano-)Spektroskopie	48
VFNTP Praktikum in Nanotechnologie und Biophysik	49
VFATCM Advanced Topics in Condensed Matter	50
MMedP Methoden der medizinischen Physik	51
S05VMPY02 Medizinische Physik Teil I	52
S00VMPY01 Medizinische Physik Teil II	53
VFETP Einführung in die Elementarteilchenphysik	54
VFSTEP Seminar zur Theoretischen Elementarteilchenphysik	55
VFSYES Symmetrien und Erhaltungssätze	56
VFIPP Invarianzprinzipien in der Physik	57
VFGTTP Gruppentheorie: Anwendungen in der Teilchenphysik	58
VFPSYG Symmetriegruppen in der Teilchenphysik	59
VFVTTQS Quantenvielteilchentheorie	60
VFNMSP Numerische Methoden der statistischen Physik	61
VFKQFT Konstruktive Quantenfeldtheorie	62

VFQMA	Quantenmaterie	63
VFGSL	Grundlagen der Supraleitung	64
VFASDB	Anwendungen der Supraleitung	65
VFMQPJ	Makroskopische Quantenphänomene in Josephsonkontakten und verwandten Systemen	66
VFPPSDF	Projektpraktikum Supraleiter Dünnschichten	67
VFOKAQG	Optisches Kühlen und atomare Quantengase	68
VFLPAO	Laserphysik	69
VFQuOp	Experimentelle Quantenoptik	70
VFQuOpL	Experimentelle Quantenoptik. Laborversuche	71
VFTQI	Theorie der Quanteninformation	72
VFTQO	Theoretische Quantenoptik	73
VFTQS	Theory of Open Quantum Systems, Theorie offener Quantensysteme	74
VFQOAO	Quantenoptik und Atomoptik	75
VFPPLS	Laserphysik, Laborversuche	76
VFPKM	Physik der kondensierten Materie	77
VFSKM	Seminar zur kondensierten Materie	78
VFEMSI	Elektronenmikroskopie und -spektroskopie am Beispiel niedrigdimensionaler Materialien I	79
VFEMSII	Elektronenmikroskopie und -spektroskopie am Beispiel niedrigdimensionaler Materialien II	80
VFANM	Applications of Nanoscale Materials	81
VFRNKG	Kompaktkurs über Röntgen- und Neutronenstreuung an Kristallen und Grenzflächen	82
VFTHL	Physik und Technologie der Halbleiter	83
VFHLP	Halbleiterpraktikum	84
VFTKM	Theorie der kondensierten Materie	85
VFHNB	Halbleiter Nanostrukturen und Bauelemente	86
VFPCP	Praktikum: Computational Physics	87
VFEPWA	Einführung in das Programmieren für wissenschaftliche Anwendungen	88
VFMTTP	Moderne Themen der theoretischen Physik	89
VFFSP	Fortgeschrittene Statistische Physik	90

1 Vertiefungsfachmodule

VFSATP Seminar zu Astro- und Teilchenphysik

Modulkennziffer: VFSATP

Titel: Seminar zu Astro- und Teilchenphysik

Veranstaltungsart: Seminar (2 SWS)

Aufwand: 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)

Leistungspunkte: 3

Verwendbarkeit:

Vertiefungsfachmodul (VF1,2,4,8,9) im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik, Pflichtmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Basismodule „Kern -und Teilchenphysik“ und „Astronomie und Astrophysik“

Inhalt:

Entwicklung des Kosmos, Ursprung der Materie, Nukleosynthese im Urknall, Strukturen im Universum, kosmische Hintergrundstrahlung, Dunkle Materie und Energie, Nukleosynthese in Sternen, kosmische Strahlung, Supernovae, Neutronensterne, Schwarze Löcher, Gravitationswellen

Lernziele/Kompetenzen:

Verknüpfung von Astro-, Astroteilchen-, Teilchen- und Kernphysik. Gemeinsames Seminar aller Vertiefungsfächer, die durch das Kepler-Zentrum angeboten werden.

Prüfungsmodalitäten: Erfolgreiche Teilnahme, Seminarvortrag mit Ausarbeitung

Benotung:

unbenotet.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Wintersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

Dozenten des Kepler-Zentrums

VFSAAP Seminar zu aktuellen Problemen der Astronomie und Astrophysik**Modulkennziffer:** VFSAAP**Titel:** Seminar zu aktuellen Problemen der Astronomie und Astrophysik**Veranstaltungsart:** Seminar (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1,2) im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik, Pflichtmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3, Basismodul „Astronomie und Astrophysik“

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie und Astrophysik

Inhalt:

Es werden Vorträge zu einem aktuellen Teilgebiet aus der Astronomie und Astrophysik gehalten und diskutiert.

Lernziele/Kompetenzen:

Weitgehend selbständige Erarbeitung eines aktuellen wissenschaftlichen Teilgebiets; Erlernen der Vortragsvorbereitung und der Vortragstechnik

Prüfungsmodalitäten: Erfolgreiche Teilnahme, Seminarvortrag mit Ausarbeitung**Benotung:**

unbenotet

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

W. Kley, K. Kokkotas, A. Santangelo, B. Stelzer, K. Werner

VFAFP Astrophysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum**Modulkennziffer:** VFAFP**Titel:** Astrophysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum**Veranstaltungsart:** Praktikum (5 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 75 h, Selbststudium 105 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Basismodul „Astronomie und Astrophysik“

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie

Inhalt:

Versuche aus der optischen Astronomie, UV-Astronomie, Röntgenastronomie und Computational Physics

Lernziele/Kompetenzen:

Heranführung an das Beobachten mit modernen Messinstrumenten der Astronomie und Erlernung von Fertigkeiten zur Datenerfassung und Datenanalyse. Erlernen von Methoden der Computer-Simulationen astrophysikalischer Fragestellungen.

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme mit Anfertigung von Protokollen, Testate**Benotung:**

unbenotet

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester als 2-wöchiger Kompaktkurs (5 Tage, ganztags) in der vorlesungsfreien Zeit, im Winter- und Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

J. Barnstedt, W. Kley, A. Santangelo, K. Werner

VFAP Astronomisches Praktikum**Modulkennziffer:** VFAP**Titel:** Astronomisches Praktikum**Veranstaltungsart:** Seminar/Praktikum (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik, Pflichtmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Hörer aller Fakultäten mit Interesse an der Astronomie und deren Beobachtungsmethoden

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Physik

Inhalt:

Neben dem obligatorischen „Himmelsspaziergang“ mit den Spiegelteleskopen des Instituts, werden aus ausgewählten Bereichen der astronomischen Forschung Aufgaben durchgeführt, die einen Einblick in die Methodik und Arbeitsweise der modernen Astronomie liefern. Es wird vermittelt, wie schrittweise aus vorgegebenen Beobachtungs- und Messdaten wesentliche Aussagen über wichtige physikalische Parameter von Objekten des Universums (Planeten, Sterne, interstellares Medium, etc.) abgeleitet werden können. Vor jedem Versuch wird eine Einführung gegeben, die einen Bezug der jeweiligen Aufgabe zum aktuellen Stand der Forschung vermittelt.

Lernziele/Kompetenzen:

Grundlagen der Astronomie, Verständnis der Messvorgänge, Darstellung von Messergebnissen

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Ausarbeitung und Vortrag über ein Astronomisches Thema als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Winter- und Sommersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

N. Kappelmann, A. Santangelo, K. Werner

VFTAP Theoretische Astrophysik**Modulkennziffer:** VFTAP**Titel:** Theoretische Astrophysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Pflichtmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3, Basismodul „Astronomie und Astrophysik“

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie, Grundlagen der Thermodynamik

Inhalt:

Einführung in die Grundlagen der Hydrodynamik und Thermodynamik in Bezug auf die Anwendungen in der Astrophysik. Erhaltungsgrößen, Bernoulli-, Kelvin-Theoreme, Instabilitäten, Stoßwellen, Schallwellen. Anwendungen auf stellare Astrophysik, Akkretionsscheiben, Supernovaexplosionen, relativistische Astrophysik

Lernziele/Kompetenzen:

Erlernen der grundlegenden theoretischen Methoden und Werkzeuge der modernen Astrophysik

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

W. Kley

VFERT Einführung in die Relativitätstheorie**Modulkennziffer:** VFERT**Titel:** Einführung in die Relativitätstheorie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1,9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie und Astrophysik

Inhalt:

Grundlagen der Tensorrechnung, Überblick über die spezielle Relativitätstheorie, Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie, wichtige Schwerkraftexperimente. Anwendungen: Lösungen der Einstein-Gleichungen, Geodäten, Schwarze Löcher, Kosmologische Modelle.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen der Relativitätstheorie

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Wintersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 40

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

K. Kokkotas

VFRAP Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation**Modulkennziffer:** VFRAP**Titel:** Relativistische Astrophysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1,2) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie und Astrophysik, Einführung in die Relativitätstheorie

Inhalt:

Vertiefung der Allgemeinen Relativitätstheorie, astrophysikalische Anwendungen der Relativitätstheorie, Gravitationswellen, Schwarze Löcher und Neutronensterne.

Lernziele/Kompetenzen:

Weiterführung in die Relativitätstheorie

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

K. Kokkotas

VFATG Advanced topics in gravitation**Modulkennziffer:** VFATG**Titel:** Advanced topics in gravitation**Veranstaltungsart:** Vorlesung**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1, 2) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1, 2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie und Astrophysik, Feldtheorie, Einführung in die Relativitätstheorie

Inhalt:

General Relativity as a field theory, Hamiltonian and initial-value formulation, General Relativity and quantum physics

Lernziele/Kompetenzen:

Weiterführung Relativitätstheorie und Quantengravitation

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Benotung:**

nicht benotet/ benotet als Ergänzungsmodul

Dauer des Moduls/Turnus: jedes Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 40**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

K. Kokkotas, D. Ayzenberg

VFBHP Black Hole Physics**Modulkennziffer:** VFBHP**Titel:** Black Hole Physics**Veranstaltungsart:** Vorlesung**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1, 2) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie und Astrophysik, Einführung in die Relativitätstheorie

Inhalt:

Vertiefung der Schwarzen Löcher und der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie astrophysikalische Anwendungen der Relativitätstheorie.

Lernziele/Kompetenzen:

Weiterführung in die Relativitätstheorie

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:**

Benotung (Klausur oder mündliche Prüfung) als Ergänzungsmodul

Dauer des Moduls/Turnus: z.B. jedes Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

K. Kokkotas, D. Ayzenberg

VFHAP Hochenergie-Astrophysik**Modulkennziffer:** VFHAP**Titel:** Hochenergie Astrophysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie, Basismodul „Astronomie und Astrophysik“, Grundlagen der Quantenmechanik

Inhalt:

Methoden zur Beschreibung der Röntgen- und Gammaprozesse, Endstadien der Sternentwicklung. Insbesondere werden folgende Themen behandelt: Grundlagen der Strahlungstheorie, Schwarzkörperstrahlung, Thomson- und Comptonstreuung, Comptonisierung, Photoeffekt in der Astrophysik, Synchrotronstrahlung, Bremsstrahlung, Endstadien der Sternentwicklung, Weiße Zwerge, Neutronensterne, Pulsare, Doppelsternsysteme und Akkretion, Schwarze Löcher, Beobachtungstests der Doppelsternsysteme, Teleskope und Satellitenexperimente, Detektoren im Hochenergiebereich

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen der Astrophysik

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Santangelo

VFHESG High-Energy Sources in our Galaxy**Modulkennziffer:** VFHESG**Titel:** High-Energy Sources in our Galaxy**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Basismodul Astronomie und Astrophysik

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse Astronomie und Astrophysik

Inhalt:

Endstadien der Sternentwicklung, Supernovae, Supernova-Überreste, Weiße Zwerge, Neutronensterne, Röntgendoppelsterne, Akkretierende Röntgenpulsare, Magnetars, Schwarze Löcher, Mikroquasare, Pulsarwindnebel, TeV-Quellen.

Lernziele/Kompetenzen:

Überblick über astronomische Objekte in unserer Milchstraße, die hochenergetische Strahlung emittieren.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Santangelo

VFAPT Astrophysik mit Teilchen**Modulkennziffer:** VFAPT**Titel:** Astrophysik mit Teilchen**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1,2) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik und Lehramt Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Grundlagen der Astronomie, Basismodule „Kern -und Teilchenphysik“ und „Astronomie und Astrophysik“

Inhalt:

Entdeckung der kosmischen Strahlung, Energieskala und Zusammensetzung der kosmischen Strahlung, Quellen kosmischer Strahlung, Detektoren für kosmische Strahlung, Transport von kosmischer Strahlung (Elektronen, Protonen, Kerne-) im interstellaren und intergalaktischen Medium, Beschleunigung in starken Schockfronten (Fermi-Mechanismus), Quellen der TeV-Strahlung (Supernovae, Pulsar-Wind-Nebel, Mikroquasare; AGN), Detektoren für TeV-Strahlung, Detektoren für Neutrino-Strahlung

Lernziele/Kompetenzen:

Einführung in die Grundlagen der Kosmische Strahlung und TeV Astrophysik.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, etwa alle zwei Jahre

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 40

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

A. Santangelo

VFNPAP Numerische Methoden in Physik und Astrophysik**Modulkennziffer:** VFNPAP**Titel:** Numerische Methoden in Physik und Astrophysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1,8,9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3.

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse einer Programmiersprache sind hilfreich

Inhalt:

Grundlegende numerische Methoden und Algorithmen. Themen beinhalten: Nullstellensuche, Interpolation, Integration, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, lineare Gleichungssysteme. Fouriertransformationen.

Lernziele/Kompetenzen:

Erlernen und Programmierung grundlegender numerischer Methoden. Erfolgreiches Arbeiten mit dem Computer.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 30**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

K. Kokkotas

VFCAP Computational Astrophysics**Modulkennziffer:** VFCAP**Titel:** Computational Astrophysics**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1,8) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik und Lehramt Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Physikalische Grundkenntnisse

Inhalt:

Beschreibung von wichtigen numerischen Algorithmen in der Astrophysik direkt anhand von ausgewählten Beispielen. Planetenbewegung im Sonnensystem, Kepler-Gleichung, Stabilität, Chaos. Struktur und Stabilität von Sternen, Lane- Emden Gleichung. Auf numerischer Seite: Nullstellensuche, N-body, symplektische Integratoren, numerische Hydrodynamik, Eigenwertproblem, Fourier- Transformation.

Lernziele/Kompetenzen:

Erlernen von Implementierung und Durchführung astrophysikalisch relevanter numerischer Simulationen. Erwerb einer Programmiersprache. Darstellung, bzw. Visualisierung numerischer Ergebnisse.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 30**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

W. Kley

VFKos Kosmologie**Modulkennziffer:** VFKos**Titel:** Kosmologie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Seminar/übungen (2 SWS)**Leistungspunkte:****Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF1,2) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik und Lehramt Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Grundlagen der Astronomie, Basismodule „Kern- und Teilchenphysik“ und „Astronomie und Astrophysik“

Inhalt:

Entwicklung des Kosmos, Ursprung der Materie, Nukleosynthese im Urknall, Strukturen im Universum, kosmische Hintergrundstrahlung, Dunkle Materie und Energie, Nukleosynthese, kosmische Strahlung.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen und aktuellen Forschungsthemen der Kosmologie

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

J. Jochum, A. Santangelo

VFEAAP Extragalaktische Astronomie und Astrophysik**Modulkennziffer:** VFEAAP**Titel:** Extragalaktische Astronomie und Astrophysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik und Lehramt Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie, Basismodul „Astronomie und Astrophysik“, Grundlagen der Quantenmechanik

Inhalt:

Unsere Galaxie, Galaxien, aktive Galaxien, Galaxienhaufen, Interstellare und intergalaktische Materie, Gamma Ray Bursts, diffuse Felder. Exploration des Universums für große Rotverschiebung und dessen Relevanz für die Kosmologie. Grundlagen der Neutrinoastronomie, Grundlagen der TeV-Astronomie, Teleskope und Satellitenexperimente.

Lernziele/Kompetenzen:

Vertiefung der Kenntnisse in Hochenergie Astrophysik

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Santangelo

VFVS Veränderliche Sterne**Modulkennziffer:** VFVS**Titel:** Veränderliche Sterne**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3; Basismodul „Astronomie und Astrophysik“

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie

Inhalt:

Eigenschaften von physisch veränderlichen Sternen. Insbesondere werden folgende Themen behandelt: Sternaufbaugleichungen, radiale adiabatische Pulsationen, radiale Pulsatoren im Hertzsprung-Russell-Diagramm, nichtradiale Pulsationen

Lernziele/Kompetenzen:

Theoretische Behandlung der Eigenschwingungen von Sternen, Verständnis des Werkzeugs der Helio- und Asteroseismologie zur Sondierung der inneren Struktur von Sternen

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, etwa alle zwei Jahre

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

K. Werner

VFBS Bau und Entwicklung der Sterne**Modulkennziffer:** VFBS**Titel:** Bau und Entwicklung der Sterne**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik und Lehramt Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3; Basismodul „Astronomie und Astrophysik“

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie

Inhalt:

Methoden zur Beschreibung der inneren Struktur und zeitlichen Entwicklung von Sternen. Insbesondere werden folgende Themen behandelt: Sternaufbaugleichungen, Eigenschaften stellarer Materie, Berechnung von Sternmodellen, die Hauptreihe, Nach-Hauptreihenentwicklung, Beobachtungstests der Sternentwicklungstheorie

Lernziele/Kompetenzen:

Modellierung des Sternaufbaus und der Sternentwicklung

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

K. Werner

VFPSA Physik der Sternatmosphären**Modulkennziffer:** VFPSA**Titel:** Physik der Sternatmosphären**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3; Basismodul „Astronomie und Astrophysik“

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie, Quantenmechanik, Atomphysik

Inhalt:

Beschreibung des elektromagnetischen Strahlungsfeldes, Strahlungstransport, Strahlungsgleichgewicht, Emissions- und Absorptionsprozesse, hydrostatisches Gleichgewicht, non-LTE Ratengleichungen, non-LTE Sternmodellatmosphären

Lernziele/Kompetenzen:

Erlernung von Kompetenzen zur quantitativen Analyse von Sternspektren. Erlernung von analytischen und numerischen Verfahren zur Lösung von Strahlungstransportproblemen in heißen Plasmen.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

K. Werner

VFBTA Beobachtungstechniken der Astrophysik**Modulkennziffer:** VFBTA**Titel:** Beobachtungstechniken der Astrophysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Basismodul "Astronomie und Astrophysik"

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie

Inhalt:

Die Vorlesung führt ein in die in den verschiedenen Bereichen der Astronomie und Astrophysik eingesetzten Beobachtungsmethoden und -instrumente. Dabei werden auch einige ausgewählte Beobachtungsergebnisse aus allen Bereichen erläutert. Der Schwerpunkt liegt jedoch auf den jeweiligen Methoden.

Lernziele/Kompetenzen:

Kennenlernen von Methoden und Techniken in verschiedenen Bereichen der Astronomie

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme an Vorlesung: unbenotet; Testat: benotet als Vertiefungsfach und Ergänzungsmodul**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

A. Santangelo

VFPLE Planetenentstehung**Modulkennziffer:** VFPLE**Titel:** Planetenentstehung**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3; Basismodul „Astronomie und Astrophysik“

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie, Theoretische Astrophysik

Inhalt:

Überblick über den aktuellen Stand der Erforschung des Sonnensystems als auch von extrasolaren Planetensystemen. Einbettung des Planetenentstehungsprozesses in die Sternentstehung. Entstehung von terrestrischen Planeten als auch Gasriesen. Entwicklung von Planetensystemen. Voraussetzungen für die Entstehung und Entwicklung von Leben.

Lernziele/Kompetenzen:

Einführung in ein aktuelles Forschungsthema. Einordnung unseres Sonnensystems in einen astrophysikalischen Kontext. Verknüpfung von Beobachtungsdaten durch Sondenmissionen und astronomischen Methoden.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

W. Kley

VFSE Sternentstehung**Modulkennziffer:** VFSE**Titel:** Sternentstehung**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3; Basismodul "Astronomie und Astrophysik"

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie

Inhalt:

Das Interstellare Medium, Molekuelwolken, Gravitationskollaps, Entwicklung von Protosternen und Vorhauptreihensternen, Junge Sternassoziationen und -haufen die Entstehung massereicher Sterne, Scheiben, Jets, Akkretion, die stellare Massenfunktion, die Rolle von Magnetfeldern, multiple Sternentstehung, Sternentstehung in der Milchstrasse, extragalaktische Sternentstehung, die ersten Sterne.

Lernziele/Kompetenzen:

Verstaendnis der physikalischen Prozesse bei der Sternentstehung, umfassende Kenntnis von Beobachtungstechniken, Interpretation von Beobachtungen mittels Modellbildung, Ueberblick ueber den aktuellen Stand der Forschung.

Pruefungsmodalitaeten: Muendliche Pruefung fuer benoteten Schein.**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle 2 Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitaeten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal fuer Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

Beate Stelzer & Rolf Kuiper

VFEXO Exoplanets**Modulkennziffer:** VFEXO**Titel:** Exoplanets**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Astronomie, Wahlmodul im Master- Studiengang Astro- und Teilchenphysik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1, 2, und 3; Basismodul Astronomie und Astrophysik

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Astronomie

Inhalt:

Beobachtungstechniken, Planetenentstehung, statistische Eigenschaften der bekannten Exoplanetensysteme, innere Struktur und Atmosphären von Exoplaneten, Eigenschaften der Muttersterne, Umgebung der Exoplaneten (Akkretionsscheiben, Auswirkungen der Sternstrahlung), die Habitable Zone, Biomarker, das Sonnensystem im Kontext.

Lernziele/Kompetenzen:

Umfassende Kenntnis des aktuellen Stands der Forschung auf dem Gebiet extrasolarer Planetensysteme, Verständnis der Methoden zu ihrer Entdeckung und Charakterisierung.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme**Benotung:**

unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester / jedes 4.Semester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 30**Anmeldeformalitäten:** siehe Vorlesungsverzeichnis in Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

B. Stelzer

VFNuP Neutrinoophysik**Modulkennziffer:** VFNuP**Titel:** Neutrinoophysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Basismodule „Kern -und Teilchenphysik“ und „Astronomie und Astrophysik“

Inhalt:

Neutrinos in der Teilchenphysik, Suche nach Neutrinos, grundlegende Eigenschaften von Neutrinos, Neutrinoachweis, massive Neutrinos, Sonnenneutrinos, atmosphärische Neutrinos, Neutrinooszillationen, Neutrino Mischung, Doppelter Betazerfall, Supernovaneutrinos, Kosmologie und Neutrinos

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen Niederenergie Neutrinoophysik

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

J. Jochum

VFEATP Experimentelle Astroteilchenphysik**Modulkennziffer:** VFEATP**Titel:** Experimentelle Astroteilchenphysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik und Lehramt Astronomie

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Basismodule „Kern -und Teilchenphysik“ und „Astronomie und Astrophysik“

Inhalt:

Kosmische Strahlung, Neutrinos von der Sonne, Supernovae, kosmischer Mikrowellenhintergrund, Dunkle Materie, Suche nach Dunkler Materie, Dunkle Energie, Detektionstechniken

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen und aktuellen Forschungsthemen der Astroteilchenphysik.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

J. Jochum

VFQFTTP1 Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik I**Modulkennziffer:** VFQFTTP1**Titel:** Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h); mit Übungen 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 6; mit Übungen 9**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4,9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, klassische Feldtheorie

Inhalt:

Grundlagen der Quantenfeldtheorie: Quantisierung von Feldern, Renormierung, Eichfeldtheorien, Quantenchromodynamik, Standardmodell der Teilchenphysik.

Lernziele/Kompetenzen:

Anwendung der Quantenfeldtheorie, Standardmodell der Teilchenphysik

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

T. Gutsche, H. Reinhardt

VFQFTTP2 Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik II**Modulkennziffer:** VFQFTTP2**Titel:** Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik II**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h); mit Übungen 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 6; mit Übungen 9**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2, 4,9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Fortgeschrittene Quantentheorie, Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik I

Inhalt:

Ein-Schleifen Renormierung der Quantenelektrodynamik, nicht-abelsche Eichtheorien, Standardmodell der Teilchenphysik.

Lernziele/Kompetenzen:

Anwendungen der Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik, störungstheoretische Berechnung von Streuprozessen

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** ein Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

W. Vogelsang

VFQFTTP3 Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik III**Modulkennziffer:** VFQFTTP3**Titel:** Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik III**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2, 4, 9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Fortgeschrittene Quantentheorie, Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik I & II

Inhalt:

Renormierung von nicht-abelschen Eichtheorien, Standardmodell der Teilchenphysik, spontane Symmetriebrechung und Higgs-Mechanismus.

Lernziele/Kompetenzen:

Anwendungen der Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik, störungstheoretische Berechnung von Streuprozessen

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme, unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** ein Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

W. Vogelsang

VFMFTTP Moderne Feldtheorie und Teilchenphysik**Modulkennziffer:** VFMFTTP**Titel:** Moderne Feldtheorie und Teilchenphysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h); mit Übungen 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 3; mit Übungen 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4,9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, klassische Feldtheorie

Inhalt:

Aktuelle Themen aus: Supersymmetrie, konforme Feldtheorie, Anti-de-Sitter Space, Effektive Feldtheorie, Stringtheorie, Renormierungsgruppe oder chirale Störungstheorie

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen aktueller Forschungsthemen aus der Feldtheorie und Teilchenphysik

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

T. Gutsche, H. Reinhardt

VFMMKTP Messmethoden in Kern- und Teilchenphysik**Modulkennziffer:** VFMMKTP**Titel:** Messmethoden in Kern- und Teilchenphysik**Veranstaltungsart:** .**Aufwand:** 90 Stunden**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4) im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Basismodul „Kern -und Teilchenphysik“

Inhalt:

Experimente mit natürlicher Radioaktivität, Eichquellen und kosmischer Strahlung. Bestimmung der Dicke von dünnen Folien mit der Alpha-Energieverlustmethode, Messung von Gammaspektren. Messung differentieller Wirkungsquerschnitte der elastischen Streuung von Alpha-Teilchen an ^{197}Au , Rutherford-Backscattering-Methode zur Strukturuntersuchung. Koinzidenzmessungen - Alpha-Gamma Koinzidenzen zur Kernstruktur-Untersuchung, Gamma-Gamma Koinzidenzen in der Compton-Streuung, Nachweis ausgedehnter kosmischer Luftschauer. Messung der Lebensdauer von Myonen, Nachweis des Myon-Einfangs an Kernen.

Lernziele/Kompetenzen:

Heranführung an das Experimentieren in den Bereichen Kern-, Teilchen- und Astrophysik. Erlernen von Schlüsselqualifikationen in den Bereichen Planung/Simulation/Aufbau von Experimenten, Strahlenschutz, Elektronik, Datenerfassung, Umgang mit Detektoren und Teilchennachweis, Analyse von Daten.

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme mit Anfertigung von Protokollen, Testate, unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester als 2-wöchiger Kompaktkurs (ganztägig) in der vorlesungsfreien Zeit; im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 6**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

J. Jochum

VFYMT Yang-Mills-Theorie**Modulkennziffer:** VFYMT**Titel:** Yang-Mills-Theorie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS); optional mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h); mit Übungen 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 6; mit Übungen 9**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Elektrodynamik (klassische Feldtheorie), fortgeschrittene Quantentheorie

Inhalt:

Klassische Yang-Mills-Theorie, topologische Klassifizierung der Eichfelder, Instantonen, kanonische Quantisierung der Yang-Mills-Theorie, Funktionalintegral-Quantisierung der Yang-Mills-Theorie, spontane Symmetriebrechung und Higgs-Mechanismus, Anomalien, perturbative Yang-Mills-Theorie und asymptotische Freiheit, nicht-perturbative Yang-Mills-Theorie und Confinement, sowie spontane Brechung der chiralen Symmetrie, Gittereichtheorien

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen der aktuellen Forschungsthemen der theoretischen Teilchenphysik

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

H. Reinhardt

VFSWW Physik und Experimente der schwachen Wechselwirkung**Modulkennziffer:** VFSWW**Titel:** Physik und Experimente der schwachen Wechselwirkung**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Basismodul "Kern- und Teilchenphysik"

Inhalt:

Klassifikation schwacher Prozesse, Austauschbosonen der schwachen Wechselwirkung, geladene und neutrale Ströme, Verletzung von Erhaltungssätzen, V-A-Wechselwirkung, Vereinigung der schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkung, Neutrino-Elektron-Streuung, Quarkmischung, CKM-Matrix, Präzisionsmessungen, Neutrinomischung und -oszillationen, Neutrino-Nukleon-Streuung bei kleinen und großen Energien. Zu allen Themengebieten werden historische oder aktuelle Experimente und deren Ergebnisse diskutiert.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen der Physik der schwachen Wechselwirkung, wichtige historische und aktuelle Experimente.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

T. Lachenmaier

VFCP Colliderphysik**Modulkennziffer:** VFCP**Titel:** Colliderphysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2, 4,9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Fortgeschrittene Quantentheorie, Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik I

Inhalt:

Standardmodell der Elementarteilchen, Streuprozesse an Lepton-Collidern, Partonverteilungen und DGLAP-Evolution, Tief-inelastische Streuung, Streuprozesse an Hadron-Collidern, Higgs-Produktion an Hochenergie-Collidern

Lernziele/Kompetenzen:

Kenntnis wichtiger Collider-Experimente, Verständnis der Phänomenologie von Streuprozessen an Lepton- und Hadron-Collidern

Prüfungsmodalitäten: Erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

B. Jäger

VFET Experimentelle Teilchenphysik (für Fortgeschrittene)**Modulkennziffer:** VFET**Titel:** Experimentelle Teilchenphysik (für Fortgeschrittene)**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2, 4) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1, 2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Basismodul "Kern- und Teilchenphysik"

Inhalt:

Experimentelle Entwicklung und Tests des Standardmodells der Teilchenphysik; Suche und Entdeckung der Elementarteilchen, deren Eigenschaften; Physik und Experimente der schwachen bzw. elektroschwachen Wechselwirkung; Entdeckung des Higgs-Bosons; Teilchenphysik ohne Beschleuniger; Suche nach Physik jenseits des Standardmodells; Einblick in Analysetechniken der Teilchenphysik.

Lernziele/Kompetenzen:

Erarbeiten wichtiger Konzepte und Ergebnisse der experimentellen Teilchenphysik; Verknüpfung von Theorie und experimentellen Ergebnissen.

Prüfungsmodalitäten: Erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, etwa alle zwei Jahre im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

T. Lachenmaier

VFPP Particle Physics**Modulkennziffer:** VFPP**Titel:** Particle Physics**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS)**Leistungspunkte:** 9**Aufwand:** 270h (Kontaktzeit 90h, Selbststudium 180h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4,9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul Kern- und Teilchenphysik und Basismodul Quantenmechanik

Inhalt:

The module deals with the fundamentals of particle physics to be known by all students. This includes experimental as well as theoretical aspects.

Lernziele/Kompetenzen:

The students will obtain knowledge of the basic principles of particle physics. They have acquired an understanding about the fundamental constituents of matter, energy and their interactions in the Universe. The students will solve a series of exercises and apply the methods presented in the lecture to deepen their understanding.

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme (unbenotet). Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** jedes Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 30**Anmeldeformalitäten:** siehe Vorlesungsverzeichnis ALMA**Modulverantwortliche(r):**

T. Lachenmaier, T. Gutsche

VFPMBM Physik der molekularen und biologischen Materie**Modulkennziffer:** VFPMBM**Titel:** Physik der molekularen und biologischen Materie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF3,6,7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

weitere Module wie „Kondensierte Materie“, „Atome, Moleküle, Licht“ und „Physik der Nanostrukturen“ sind wünschenswert, aber nicht unbedingt erforderlich

Inhalt:

Einführung: Was sind molekulare, weiche und biologische Materialien; Wechselwirkungen in molekularen und biologischen Systemen; H-Brückenbindung und DANN; van-der-Waals-Kräfte; Wasser: Besondere Eigenschaften und Rolle als Lösungsmittel; Ionen in Lösung und Debyesche Abschirmlänge; hydrophobe Kräfte; entropische Kräfte; Ausgewählte organische und biologische Materialien und ihre Eigenschaften; Polymere, DNA, Proteine; Flüssigkristalle; Grenzflächenaktive Moleküle; Organische Dünnschichtsysteme, Lipidschichten; Organische Farbstoffe und Halbleiter, leitfähige Polymere

Lernziele/Kompetenzen:

Einführung in die Grundlagen der molekularen und biologischen Materie; Grundbegriffe der physikalischen Beschreibung.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Sommersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

F. Schreiber

VFPNG Seminar zur Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen**Modulkennziffer:** VFPNG**Titel:** Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen**Veranstaltungsart:** Seminar (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodule „Physik der Nanostrukturen“ und „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Es werden aktuelle Forschungsthemen besprochen aus dem Gebiet der Nanotechnologie und Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen

Lernziele/Kompetenzen:

Selbständiges Einarbeiten in ein wissenschaftliches Forschungsthema und dessen Darstellung in einem mündlichen Vortrag.

Prüfungsmodalitäten: Seminarvortrag, unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, angeboten im Winter- und Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

F. Schreiber, D. Wharam

VFPMBN Physik der molekularen und biologischen Nanostrukturen**Modulkennziffer:** VFPMBN**Titel:** Physik der molekularen und biologischen Nanostrukturen**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF3,7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Eines der Basismodule „Kondensierte Materie“, „Atome, Moleküle, Licht“ und „Physik der Nanostrukturen“

Inhalt:

Einführung, Einzelmoleküle, Grundkenntnisse molekulare Biologie, Nanostrukturierung, optische Mikroskopie, zelluläre Systeme, Elektrohydrodynamik, Mikro- und Nanofluidik, Biosensoren, Neuronen

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die Grundlagen der molekularen und biologischen Nanostrukturen

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Wintersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

T. Schäffer

VFNBPRM NanoBioPhysik und Rastersondenmikroskopie**Modulkennziffer:** VFNBPRM**Titel:** NanoBioPhysik und Rastersondenmikroskopie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF3, VF6, VF7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Eines der Basismodule „Kondensierte Materie“, „Atome, Moleküle, Licht“ und „Physik der Nanostrukturen“

Inhalt:

Einführung, Wechselwirkungen auf der Nanoskala, Messung von inter- und intramolekularen Kräften, Kontaktmodelle, Technologie der Rastersondenmikroskopie, biologische Grundlagen, Schwingungen von Nanostrukturen, statische und dynamische Abbildungsverfahren, magnetische Nanostrukturen, Reibungsphänomene, physikalische Grenzen der Auflösung

Lernziele/Kompetenzen:

Die Studierenden erhalten Einblick in ein junges Gebiet der Physik, erwerben fundamentale Kenntnisse zum Aufbau von biologischen Nanosystemen und lernen interdisziplinäre Betrachtungs- und Beschreibungsweisen kennen.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

T. Schäffer

VFTNSBP Experimental Techniques in NanoScience and Biophysics**Modulkennziffer:** VFTNSBP**Titel:** Experimental Techniques in NanoScience and Biophysics**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF3, VF6, VF7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

weitere Module wie „Kondensierte Materie“, „Atome, Moleküle, Licht“ und „Physik der Nanostrukturen“ sind wünschenswert, aber nicht unbedingt erforderlich

Inhalt:

Einführung in Experimentelle Techniken, Fehlerstatistik, Allgemeine Konzepte, Spektroskopie, Mikroskopie, Streuung, Präparation, Vakuumtechnik

Lernziele/Kompetenzen:

Die Studierenden erhalten Einblick in moderne Experimentiertechniken anhand allgemeiner Erklärungen des Hintergrundes und spezifischer Beispiele.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Winter- oder im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

F. Zhang, A. Gerlach, F. Schreiber

VFDFD Dichtefunktionaltheorie für klassische und Quantensysteme**Modulkennziffer:** VFDFD**Titel:** Dichtefunktionaltheorie für klassische und Quantensysteme**Veranstaltungsart:** Vorlesung (3 SWS) und Übungen/Praktikum (3 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF3, VF6 oder VF7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse der Statistischen Mechanik und einer Programmiersprache/Matlab sind hilfreich

Inhalt:

Wiederholung Grundlagen der Thermodynamik/Statistischen Mechanik. Begriff der Dichtefunktionale in klassischen und Quanten-Vielteilchensystemen. Allgemeine Näherungen für Dichtefunktionale.

Anwendungen klassische Systeme: Harte Körper, Flüssig-Gas-Grenzflächen. Anwendungen

Quantensysteme: Vielelektronenprobleme, Kohn-Sham-Orbitale.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die Dichtefunktionaltheorie als alternative und anwendungsnahe Formulierung der Statistischen Mechanik. Erlernen einfacher numerischer Kompetenzen zur Berechnung von Dichtefunktionalen.

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** ein Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

M. Oettel

VFSM Experimentelle und Theoretische Soft Matter Physik**Modulkennziffer:** VFSM**Titel:** Experimentelle und Theoretische Soft Matter Physik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 270 Stunden (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 9**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF 3, 6)

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs I, II, III

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse der Statistischen Mechanik sind hilfreich

Inhalt:

Experimentelle Befunde und theoretische Konzepte für Systeme mit Bausteinen von Nano- bis Mikrometergröße. Systeme: Polymere, Lipide, Kolloide, Flüssigkristalle. Effektive Wechselwirkungen: Elektrostatik in Lösungen, entropische Kräfte, chemische Bindung vs. physikalische Assoziation. Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichts-Thermodynamik und –Statistik.

Lernziele/Kompetenzen:

Die Studierenden sind in der Lage, die experimentellen Befunde und theoretischen Konzepte der Physik der weichen Materie zu beschreiben, einzuordnen und anzuwenden.

Prüfungsmodalitäten: Benotung:Klausur oder mündliche Prüfung. **Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 50**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

siehe Vorlesungsverzeichnis in Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

Martin Oettel

VFONS Optische (Nano-)Spektroskopie**Modulkennziffer:** VFONS**Titel:** Optische (Nano-)Spektroskopie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF 6, 7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik; Focus Module Physics C im Master-Studiengang Nanoscience

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Physik Grundkurs 1,2 und 3; Basismodule Atome, Moleküle und Licht und "Kondensierte Materie"

Inhalt:

Grundlagen der Licht-Materie-Wechselwirkung und Spektroskopie; Anregungszustände; Absorption, Streuung und Extinktion; Fluoreszenz und Phosphoreszenz; optische Mikroskopie-Techniken; Nanosysteme: organische Materialien und optische Antennen; photophysikalische Effekte an organisch-anorganischen Grenzflächen; Einzelphotonen- und Einzelmolekül-Spektroskopie; Nahfeldmikroskopie; Raman-Spektroskopie; Superresolutions-Mikroskopien; nichtlineare Optik; transiente Absorption und pump-probe-Messungen; nichtlineare Spektroskopie; Instrumentation; Simulationen; Anwendungsgebiete

Lernziele/Kompetenzen:

Die Studierenden verstehen die experimentellen Grundlagen und deren mathematische Beschreibung auf dem Gebiet der Spektroskopie, insbesondere im Bereich der Nanospektroskopie. Die Studierenden kennen die prominenten Techniken dieses Gebietes. Sie haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene in dem Gebiet erworben und sind in der Lage, kompetent über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie geeignete optische Spektroskopie-Techniken für gegebene physikalische Fragestellungen identifizieren können.

Prüfungsmodalitäten: Regelmäßige Teilnahme (unbenotet). Mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul Physik bzw. Fokusmodul Nanoscience.**Benotung:**

s. Prüfungsmodalitäten

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:** -> siehe ALMA**Modulverantwortliche(r):**

K. Broch, M. Fleischer

VFNTP Praktikum in Nanotechnologie und Biophysik**Modulkennziffer:** VFNTP**Titel:** Praktikum in Nanotechnologie und Biophysik**Veranstaltungsart:** Praktikum (4 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodule „Physik der Nanostrukturen“ und „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Transmissionselektronenmikroskopie, Dünne Schichten, Lichtmikroskopie, Optische Lithographie, Elektronensonde, Rasterkraftmikroskopie, Solarzelle, Fourieroptik, Rasterelektronenmikroskopie, Quanten-Hall-Effekt, Dunkelfeldstreuung an Nanopartikeln, Infrarotspektroskopie

Lernziele/Kompetenzen:

Selbständiges praktisches Einarbeiten in ausgewählte experimentelle Methoden der Dünnschichttechnik, Mikrostrukturierung, struktureller und elektrischer Charakterisierung sowie der Biologischen Physik.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester; im Wintersemester und Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

G. Bertsche

VFATCM Advanced Topics in Condensed Matter**Modulkennziffer:** VFATCM**Titel:** Advanced Topics in Condensed Matter**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF3, VF6 oder VF9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Physik Grundkurs 1,2 und 3 sowie BM Kondensierte Materie

Inhalt:

(I) Introduction States of Matter: crystals / conventional liquids / gases / and intermediate forms of matter (gels, glasses, liquid crystals, quasi-crystals); How to calculate phase boundaries; Quasicrystals and Liquid Crystals; (II) Advanced and non-standard scattering: closure relations (from scattering curves to correlations and interaction potentials), multiple scattering, interface scattering, anomalous scattering; (III) Simulations: Molecular Dynamics, Brownian Dynamics, Monte Carlo, kinetic Monte Carlo (IV) Miscellaneous advanced topics and examples

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in fortgeschrittene Themen der kondensierten Materie. Die Studierenden erlangen einen Einblick in interdisziplinäre Anwendungen der Physik der kondensierten Materie, die sowohl für die Theorie als auch Experimente auf dem Gebiet relevant sind.

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester; jedes Semester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 50**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

R. Roth, F. Schreiber

MMedP Methoden der medizinischen Physik**Modulkennziffer:** MMedP**Titel:** Methoden der medizinischen Physik**Veranstaltungsart:** Praktikum/Seminar (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Atome, Moleküle, Licht“

Inhalt:

Praktikum zur Magnetresonanztomographie und -Spektroskopie mit Seminar

Lernziele/Kompetenzen:

Selbständiges praktisches Einarbeiten in ausgewählte experimentelle Methoden der Medizinischen Physik.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

F. Schick

S05VMPY02 Medizinische Physik Teil I**Modulkennziffer:** S05VMPY02**Titel:** Medizinische Physik Teil I**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul "Kondensierte Materie,,

Inhalt:

Erzeugung und Detektion von Röntgenstrahlung.

Wechselwirkungen von Photonen und Elektronen im Gewebe.

Grundprinzipien der Dosimetrie, Strahlenschutz.

Röntgenprojektionstechniken und Computertomographie.

Nuklearmedizinische Untersuchungsverfahren.

Grundlagen der Strahlentherapie und der Bestrahlungsplanung.

Moderne Techniken der Strahlentherapie: Hadronen- und Schwerionentherapie, Brachytherapie.

Lernziele/Kompetenzen:

Grundlagen der Medizinischen Physik

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

F. Schick

S00VMPY01 Medizinische Physik Teil II**Modulkennziffer:** S00VMPY01**Titel:** Medizinische Physik Teil II**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul "Kondensierte Materie,"

Inhalt:

Grundbegriffe der Zellphysiologie und Physiologie: Herz-Kreislauf-System, Atmung, Sinnesorgane. Magnetresonanztomographie und Magnetresonanztomographie, technische Grundlagen und Kontrastmechanismen. Sonographie, Dopplersonographie, Optische/infrarot-Bildgebung, Laser in der Medizin, Prinzipien der „molekularen Bildgebung“.

Lernziele/Kompetenzen:

Grundlagen der Medizinischen Physik

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

F. Schick

VFETP Einführung in die Elementarteilchenphysik**Modulkennziffer:** VFETP**Titel:** Einführung in die Elementarteilchenphysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 Stunden**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Basismodul "Kern- und Teilchenphysik"

Inhalt:

Teilchenzoo und Wechselwirkungen, additive Quantenzahlen, Higgsboson. Spezielle Relativitätstheorie, Viererimpuls, Anwendung beim experimentellen Nachweis von Elementarteilchen. Streuexperimente, Wirkungsquerschnitte, Zerfallsraten. Elektron-Nukleon-Streuung, Quarkmodell, Chromodynamik. Neutrino-Physik Dunkle Materie Ausblicke: bevorstehende Experimente, theoretische Spekulationen

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die Grundlagen der Elementarteilchen

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme, unbenotet. Benotete mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca.20**Anmeldeformalitäten:** keine**Modulverantwortliche(r):**

D. Großer

VFSTEP Seminar zur Theoretischen Elementarteilchenphysik**Modulkennziffer:** VFSTEP**Titel:** Seminar zur Theoretischen Elementarteilchenphysik**Veranstaltungsart:** Seminar (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2, 4, 9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurse, Basismodul "Quantenmechanik"

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Spezielle Relativitätstheorie

Inhalt:

In Seminarvorträgen werden Grundkenntnisse zur Quantenfeldtheorie, zur theoretischen Teilchenphysik und deren Phänomenologie vermittelt. Folgende Themenbereiche stehen in der Regel zur Verfügung: Quarks, Leptonen und der Teilchenzoo, Perturbative Methoden/Feynmandiagramme, Physik von Teilchenkollisionen, Partonenmodell und Hadronstruktur, Eichsymmetrien und ihre Brechung, Elektroschwaches Standardmodell, und weitere.

Lernziele/Kompetenzen:

Vertiefung der Quantenmechanik, Einführung in die Quantenfeldtheorie und theoretische Teilchenphysik. Selbstständige Erarbeitung eines wissenschaftlichen Teilgebiets. Erlernen der Vortragsvorbereitung und der Vortragstechnik.

Prüfungsmodalitäten: Erfolgreiche Teilnahme, Seminarvortrag mit Ausarbeitung, unbenotet als Vertiefungsfachmodul; benotet als Ergänzungsmodul (Testat).**Benotung:**

wird benotet/nicht benotet

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Sommersemester, etwa alle 2 Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:** Anmeldeformalitäten**Modulverantwortliche(r):**

Th. Gutsche, B. Jäger, W. Vogelsang

VFSYES Symmetrien und Erhaltungssätze**Modulkennziffer:** VFSYES**Titel:** Symmetrien und Erhaltungssätze**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit integrierten Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik

Inhalt:

- I. Symmetrie in der klassischen Physik, Theorem von Noether;
- II. Symmetrie in Quantenmechanik;
- III. Kontinuierliche Symmetrien und additive Erhaltungssätze, Eichinvarianz und Ladungserhaltung;
- IV. Diskrete Symmetrien und multiplikative Erhaltungssätze, Ladungskonjugation, Raumspiegelung, Zeitumkehr-Invarianz;
- V. Innere Symmetrien in der Teilchenphysik, Isospin, Flavor, Spin-Flavor-Symmetrie

Lernziele/Kompetenzen:

Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Symmetrien und Erhaltungssätzen in verschiedenen Gebieten der Physik, Anwendung von Symmetrieprinzipien in der Teilchenphysik.

Prüfungsmodalitäten: Erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, jährlich**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Buchmann

VFIPP Invarianzprinzipien in der Physik**Modulkennziffer:** VFIPP**Titel:** Invarianzprinzipien in der Physik**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit integrierten Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik

Inhalt:

- I. Invarianzprinzipien in der klassischen Physik, Prinzip der kleinsten Wirkung, Noethertheorem, Legendretransformation, Poissonklammern, kanonische Transformationen;
- II. Invarianzprinzipien in der speziellen Relativitätstheorie, Lorentztransformationen, Maxwellgleichungen, Lienard-Wiechert Potentiale;
- III. Invarianzprinzipien in der Quantenmechanik, Symmetrietransformationen in der QM, unitäre Transformationen, Wigners Theorem, lokale Eichtransformationen und Kontinuitätsgleichung, diskrete Symmetrietransformationen, CPT Theorem;
- IV. Innere Symmetrien, SU(N)-Symmetrien und Symmetriebrechung

Lernziele/Kompetenzen:

Anwendung von gruppentheoretischen Konzepten zur Beschreibung und Vorhersage von Teilcheneigenschaften

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, alle 2 Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Buchmann

VFGTTP Gruppentheorie: Anwendungen in der Teilchenphysik**Modulkennziffer:** VFGTTP**Titel:** Gruppentheorie: Anwendungen in der Teilchenphysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit integrierten Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF2,4) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik

Inhalt:

- I. Gruppen und ihre Eigenschaften;
- II. Wichtige Definitionen und Beispiele;
- III. Untergruppen, Klassen, Charaktere;
- IV. Darstellung von Gruppen;
- V. Schursches Lemma und irreduzible Darstellungen;
- VI. Wigners Theorem;
- VII. Produktgruppen;
- VIII. Symmetrische Gruppe;
- IX. Rotationsgruppe;
- X. Unitäre Gruppen in der Teilchenphysik $SU(2)$, $SU(3)$, $SU(6)$;
- XI. Standardmodell der Teilchenphysik $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$;
- XII. Grosse vereinheitlichte Theorien $SU(5)$

Lernziele/Kompetenzen:

Kenntnis der gruppentheoretischen Grundlagen und Anwendung in der Teilchenphysik.

Prüfungsmodalitäten: Erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, zweijährlich**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Buchmann

VFPSYG Symmetriegruppen in der Teilchenphysik

Modulkennziffer: VFPSYG

Titel: Symmetriegruppen in der Teilchenphysik

Veranstaltungsart: Vorlesung mit integrierten Übungen (2 SWS)

Aufwand: 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)

Leistungspunkte: 2

Verwendbarkeit:

Vertiefungsfachmodul (VF2,4) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik

Inhalt:

- I. Gruppentheorie und Symmetrie;
- II. Überblick über die Verwendung von Gruppen: Diskrete vs. kontinuierliche Gruppen, Raum-Zeit vs. innere Symmetrien, Symmetrien und Erhaltungssätze;
- III. SU(2)-Gruppe am Beispiel der Isospinsymmetrie, Generatoren und Vertauschungsrelationen, gekoppelte und ungekoppelte Darstellung, Clebsch-Gordan-Koeffizienten, irreduzible Darstellungen (Isospinmultipletts), Casimir-Operatoren;
- IV. SU(3)-Flavor-Symmetrie, Strangeness und Hyperladung, Generatoren und Vertauschungsrelationen, SU(2)-Untergruppen von SU(3), Flavormultipletts, Symmetriebrechung, Gell-Mann-Okubo Relation, Quarkmodell;
- V. SU(6)-Spin-Flavor-Symmetrie, Generatoren der Gruppe SU(6), Spin-Flavor-Supermultipletts, Gursej-Radicati- und Beg-Lee-Relation, 1/N-Entwicklung der QCD und SU(6)-Spin-Flavor-Symmetrie;
- VI. Stromalgebra, erhaltene und partiell erhaltene Ströme, SU(3)-SU(3)-Symmetrie der Teilchenströme (Kommutatorrelationen), Gell-Mann-Dashen-Lee-Relation, Cabibbo-Radicati- und Adler-Weisberger-Summenregel, Zusammenhang zwischen Stromalgebra und SU(6) Symmetrie

Lernziele/Kompetenzen:

Anwendung von gruppentheoretischen Konzepten zur Beschreibung und Vorhersage von Teilcheneigenschaften

Prüfungsmodalitäten: Erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, jährlich

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

A. Buchmann

VFVTTQS Quantenvielteilchentheorie**Modulkennziffer:** VFVTTQS**Titel:** Quantenvielteilchentheorie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF 6, 7, 9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor- Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1, 2 und 3, Basismodul Thermodynamik und Statistik, Basismodul Quantenmechanik

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul "Kondensierte Materie", "Theorie der kondensierten Materie"

Inhalt:

Zweite Quantisierung, Greensche Funktionen, Zustandsdichte, Spektralfunktionen, Diagrammatische Vielteilchentheorie, Elektronische Einteilchen-Anregungen in der Hartree-Fock Näherung, Teilchen-Loch Anregungen in der Random-Phase Näherung (RPA), Plasmonen, Dielektrische Funktion und Abschirmung in Isolatoren / Halbleitern / Metallen, Landau-Theorie der Fermifluessigkeit, Elektron-Phonon Wechselwirkung, BCS-Theorie der Supraleitung / Suprastroeme / Meissner Effekt, Elektronische Korrelationen und Hubbard-Modell / t-J Modell, Hochtemperatursupraleiter

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen aktueller Forschungsthemen aus der Theorie der Kondensierten Materie

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester**Maximale Teilnehmerzahl:****Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

S. Andergassen, N. Schopohl

VFNMSP Numerische Methoden der statistischen Physik**Modulkennziffer:** VFNMSP**Titel:** Numerische Methoden der statistischen Physik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF4,6,8,9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Grundkenntnisse in statistischer Physik, grundlegende Programmierkenntnisse.

Inhalt:

Zelluläre Automaten und Selbstorganisation, kritische Phänomene, Phasenübergänge, Zufallswege und Markov-Ketten, Monte-Carlo-Methoden, Algorithmen zur Simulation von Systemen mit vielen Freiheitsgraden, Computereperimente und -simulationen.

Lernziele/Kompetenzen:

Detailliertes Verständnis der wichtigsten Grundlagen, Methoden und Algorithmen in der statistischen Physik; Erfahrung im Erstellen von Computersimulationen komplexer Systeme und praktische Anwendungen; Interpretation und Visualisierung von Simulationsergebnissen.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme an der Vorlesung, erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, unbenotet als Vertiefungsfachmodul; benotet als Ergänzungsmodul (Testat).**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, ca. alle zwei Jahre**Maximale Teilnehmerzahl:** unbeschränkt; Computerarbeitsplätze für ca. 20 Teilnehmer vorhanden.**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

M. Quandt, G. Burgio

VFKQFT Konstruktive Quantenfeldtheorie**Modulkennziffer:** VFKQFT**Titel:** Numerische Methoden der statistischen Physik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Fortgeschrittene Quantenmechanik

Inhalt:

Mathematical foundations of Quantum Field Theory; exact results in Quantum Field Theory

Lernziele/Kompetenzen:

Mathematical foundations of Quantum Field Theory; exact results in Quantum Field Theory

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme an der Vorlesung, unbenotet als Vertiefungsfachmodul; benotet als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

G. Burgio

VFQMA Quantenmaterie**Modulkennziffer:** VFQMA**Titel:** Quantenmaterie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodule „Kondensierte Materie“

Inhalt:Mikroskopische und makroskopische Quantenzustände; Bosonen und Fermionen; Supraleiter, Bose Einstein Kondensate, superfluides ^4He , superfluides ^3He und verwandte Systeme: Grundlagen und theoretische Beschreibungen; Josephson-Effekte in Supraleitern, Bose Einstein Kondensaten und Suprafluiden; Hybride Atom/Supraleiter-Quantensysteme.**Lernziele/Kompetenzen:**

Übersichtskennntnisse zu den Grundlagen der Supraleitung, der Superfluidität und atomarer Quantengase werden erworben, gemeinsame Aspekte dieser Quantensysteme werden erarbeitet.

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Winter- und Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:****Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

J. Fortagh, R. Kleiner

VFGSL Grundlagen der Supraleitung**Modulkennziffer:** VFGSL**Titel:** Grundlagen der Supraleitung**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF6, 7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Grundlegende Eigenschaften von Supraleitern, supraleitende Materialien, Cooper-Paarung, Thermodynamik des supraleitenden Zustands, Supraleiter im Magnetfeld, Schwache Supraleitung/Josephson-Kontakte.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen und aktuellen Forschungsthemen der Supraleitung.

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca.20.**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

R. Kleiner

VFASDB Anwendungen der Supraleitung

Modulkennziffer: VFASDB

Titel: Anwendungen der Supraleitung
Veranstaltungsart: Vorlesung (2 SWS)
Leistungspunkte: 3

Aufwand: 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
Verwendbarkeit:

Vertiefungsfachmodul (VF6, 7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:
 Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:
 Basismodul „Kondensierte Materie“, „Grundlagen der Supraleitung“

Inhalt:

1. Übersicht zu Supraleiter-Anwendungen
2. Supraleitende Kabel und Magnete
3. Resonatoren und Filter
4. Supraleiter als Strahlungsdetektoren: Bolometer, Kalorimeter, Detektion und Erzeugung elektromagnetischer Wellen
5. Supraleitende Quanteninterferenzdetektoren (SQUIDs)
6. Supraleiter in der Mikroelektronik: Spannungsstandards und Digitalelektroniken

Lernziele/Kompetenzen:

Einführung in etablierte und potentielle Anwendungen von Supraleitern (physikalische Grundlagen, Fabrikationstechniken, Entwicklungsstand, Einsatzgebiete, aktuelle Forschungsthemen und Entwicklungspotentiale).

Prüfungsmodalitäten:

Benotung:

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Winter- und Sommersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
 (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

R. Kleiner, D. Kölle

VFMQPJ Makroskopische Quantenphänomene in Josephsonkontakten und verwandten Systemen**Modulkennziffer:** VFMQPJ**Titel:** Makroskopische Quantenphänomene in Josephsonkontakten und verwandten Systemen**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF6,7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Einleitung, Makroskopische Wellenfunktionen; Basiseffekte der Supraleitung (Widerstand Null, Fluxoidquantisierung & Diamagnetismus); Josephson-Effekte; Josephsonkontakte (klassische Eigenschaften); Josephsonkontakte und -Phasen; Josephsonkontakte als makroskopische Quantensysteme; SQUIDs: Klassisch vs. Quantum; Lange Josephsonkontakte (klassische Eigenschaften); Semifluxonen in langen 0- - Josephsonkontakten; Quanteneigenschaften von Semifluxonen; Ladungs-Qubits; alternative Realisierungen makroskopischer Quantensysteme.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeiten in die Grundlagen makroskopischer Quantenphänomene mit Schwerpunkt auf Josephsonkontakten und in aktuelle Forschungsthemen zu Josephsonkontakten.

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Winter- und Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

E. Goldobin, R. Kleiner

VFPPSDF Projektpraktikum Supraleiter Dünnschichten**Modulkennziffer:** VFPPSDF**Titel:** Projektpraktikum Supraleiter Dünnschichten**Veranstaltungsart:** Praktikum (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF6,7) im Bachelor-Studiengang Physik oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Herstellung einkristalliner Dünnschichten aus Hochtemperatursupraleitern (Vakuumtechnik, Dünnschichttechniken, Filmwachstum); Mikrostrukturierung von Dünnschichten mittels Photo- und/oder Elektronenstrahlolithographie und chemischem und/oder physikalischem Ätzen; Charakterisierung von einkristallinen Schichten und Dünnschichtmikrostrukturen (Röntgenbeugung, Rasterelektronenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Charakterisierung der elektrischen Transporteigenschaften).

Lernziele/Kompetenzen:

Selbständiges praktisches Einarbeiten in ausgewählte experimentelle Methoden der Dünnschichttechnik, Mikrostrukturierung, struktureller und elektrischer Charakterisierung.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester; auf 3 ganze Tage (je 10 Std. verteilt), im Wintersemester und im Sommersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 12

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

C. Back, D. Kölle

VFOKAQG Optisches Kühlen und atomare Quantengase**Modulkennziffer:** VFOKAQG**Titel:** Optisches Kühlen und atomare Quantengase**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Atome, Moleküle, Licht“

Inhalt:

Strahlungsdruck, Dopplerkühlen, Magneto-optische Falle, Dressed State Modell, Polarisationsgradientenkühlen, Dunkelzustände, Dunkelzustandskühlen, Raman-Übergänge, Lamb-Dicke-Effekt, Raman-Kühlen, Fallen für Atome, Bose-Einstein-Kondensation, Bragg-Spektroskopie, Bloch-Oszillationen, Integrierte Atomoptik.

Lernziele/Kompetenzen:

Physikalische Modellbildung wird anhand grundlegender quantenmechanischer Szenarien exemplarisch vorgeführt und analysiert. Die in der Vorlesung „Quantenmaterie in Atom- und Festkörperphysik“ erworbenen Übersichtskennntnisse der Physik der ultrakalten Atome werden vertieft und im Detail erlernt.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Wintersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

A. Günther, J. Fortágh

VFLPAO Laserphysik**Modulkennziffer:** VFLPAO**Titel:** Laserphysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

keine

Inhalt:

Lasertheorie, Lasertypen, gekoppelte Laser, Gitterstabilisierte Diodenlaser, Resonatoren und Gaußoptik, Frequenzstabilisierung von Lasern, Frequenzmischung in nichtlinearen Kristallen, Optische Schalter, Ultrakurze Pulse.

Lernziele/Kompetenzen:

Erlernen der Grundlagen der modernen Optik mit Laserstrahlen, wie sie in Forschung und Industrie verwendet wird. Die Vorlesung bereitet insbesondere auch auf eine experimentelle Masterarbeit im Bereich der Atomphysik/Quantenoptik vor.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Wintersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

C. Zimmermann

VFQuOp Experimentelle Quantenoptik**Modulkennziffer:** VFQuOp**Titel:** Experimentelle Quantenoptik**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Atome, Moleküle, Licht“

Inhalt:

Quantisierung des Lichtfeldes, Fock-Zustände, Kohärente Zustände, Jaynes-Cummings Modell, Ein-Atom-Maser, Dressed State Modell, Kohärenzen und Korrelationen, Quantenmessprozess, Verschränkte Photonen, Quanten-Kryptographie.

Lernziele/Kompetenzen:

Grundlegende theoretische und experimentelle Konzepte der Physik von Photonen werden erlernt und vertieft. Abstrakte quantenmechanische Beschreibungsmethoden von Elementarteilchen werden am Beispiel von Photonen veranschaulicht.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Sommersemester

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

A. Günther, C. Zimmermann

VFQuOpL Experimentelle Quantenoptik. Laborversuche**Modulkennziffer:** VFQuOpL**Titel:** Experimentelle Quantenoptik. Laborversuche**Veranstaltungsart:** Praktikum (4 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Vertiefungsvorlesung „Experimentelle Quantenoptik“ oder „Theoretische Quantenoptik“

Inhalt:

Quantenoptik mit einzelnen Photonen und Photonenpaaren, Korrelationen, Quantenverschränkung

- Experiment 1: Parametrische Frequenzkonversion
- Experiment 2: Existenznachweis des Photons
- Experiment 3: Einzel-Photonen Interferenz
- Experiment 4: Quanten-Zustands Messung
- Experiment 5: Test der lokalen Realität, Bellsche Ungleichung

Lernziele/Kompetenzen:

Aufbau, Durchführung und Verständnis grundlegender Experimente der modernen Quantenphysik.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 6**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Günther, J. Fortagh

VFTQI Theorie der Quanteninformation**Modulkennziffer:** VFTQI**Titel:** Theorie der Quanteninformation**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Leistungspunkte:** 9**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Basismodul Theoretische Physik: Quantenmechanik

Empfohlene Vorkenntnisse:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Inhalt:

Physikalische Grenzen und Grundlagen der Informationsverarbeitung. Landauers Prinzip und klassisches reversibles Computing. Qubit, Quantengatter, und universelle Quantengatter. Quantenteleportation und Quantenkyptographie. Parallele Berechnung einer Funktion. Deutsch-Jozsa Algorithmus. Quanten-Fouriertransformation und Shor's Algorithmus. Quantensuchalgorithmen. Beispiele physikalischer Realisierungen einfacher Quantenprozessoren. Offene Systeme und allgemeine Quantenoperationen. POVM Messungen. Beispiele wichtiger Quantenkanäle. Quantenfehlerkorrektur. Fault-tolerant Quantum computing. Alternative Quantencomputermodelle: Adiabatisches Quantum computing, one-way Quantum computing.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die Grundlagen sowie fortgeschrittene Konzepte der Quanteninformationsverarbeitung.

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, alle 2 Jahre im Sommersemester.**Maximale Teilnehmerzahl:** unbegrenzt**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

D. Braun

VFTQO Theoretische Quantenoptik**Modulkennziffer:** VFTQO**Titel:** Theoretische Quantenoptik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Leistungspunkte:** 9**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Basismodule Theoretische Physik: Quantenmechanik und klassische Feldtheorie

Empfohlene Vorkenntnisse:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Inhalt:

Kanonische Quantisierung des Lichtfeldes in der Coulomb-Eichung. Kohärente, thermische und gequetschte Zustände. Phasenraumdarstellungen: Wigner, Glauber-Sudarshan, Husimi-Kano. Nichtklassikalität elektromagnetischer Felder. Messung quantisierter elektromagnetischer Felder: Homodyne und Heterodyne, Theorie der Photodetektion, Kohärenztheorie, Einführung in die Quantenparameterschätzung. Kohärente Manipulation von Atomen: Vom Multi-Niveau Atom zum Zwei-Niveau Atom. Jaynes-Cummings Model, dressed states. Wechselwirkung von Atomen mit quantisierten Feldern. Offene quantenoptische Systeme und ihre theoretische Behandlung: Mastergleichungen, Fokker-Planck Beschreibung, Stochastische Schrödinger Gleichung, Quantensprungmethode und Quantenzustandsdiffusion, Theorie des Lasers.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die Grundlagen der Licht-Materie-Wechselwirkung, wie sie für nicht-relativistische Quantenoptik relevant ist. Erlernen technischer Fertigkeiten zu ihrer theoretischen Behandlung.

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester alle 2 Jahre.**Maximale Teilnehmerzahl:** unbegrenzt**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

D. Braun

VFTQS Theory of Open Quantum Systems, Theorie offener Quantensysteme**Modulkennziffer:** VFTQS**Titel:** Theory of Open Quantum Systems, Theorie offener Quantensysteme**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul oder Vertiefungsfachmodul (in den Vertiefungsfächern VF5 und VF9) im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik

Inhalt:

- density matrix
- quantum measurements, quantum maps and quantum channels
- decoherence
- Lindblad Master equation
- Choi-Jamiolkowski isomorphism
- quantum jump trajectories
- counting statistics

Lernziele/Kompetenzen:

- understanding of density matrix formalism
- understanding of measurement and quantum channels
- ability to use Master equation for describing open quantum systems
- ability to solve basic open quantum systems (two-level atom)
- understanding of quantum jump trajectories vs. master equation dynamics

Prüfungsmodalitäten: erfolgreiche Teilnahme, unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** SoSe 2020, danach jedes Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** kein Limit**Anmeldeformalitäten:** keine**Modulverantwortliche(r):**

Igor Lesanovsky

VFQOAO Quantenoptik und Atomoptik**Modulkennziffer:** VFQOAO**Titel:** Quantenoptik und Atomoptik**Veranstaltungsart:** Seminar (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Atome, Moleküle, Licht“

Inhalt:

Es werden aktuelle Experimente aus dem Gebiet der Physik kalter Atome und der Quantenoptik besprochen.

Lernziele/Kompetenzen:

Selbständiges Einarbeiten in ein aktuelles experimentelles Forschungsthema und dessen Darstellung in einem mündlichen Vortrag.

Prüfungsmodalitäten: Seminarvortrag, Teilnahme wird durch Testat bestätigt.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

J. Fortágh, C. Zimmermann

VFPPLS Laserphysik, Laborversuche**Modulkennziffer:** VFPPLS**Titel:** Projektpraktikum Laserphysik**Veranstaltungsart:** Praktikum (4 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Vertiefungsvorlesung „Laserstrahlen und angewandte Optik“

Inhalt:

Optische Resonatoren, Laserdioden und optische Rückkopplung, Pound-Drever-Hall Spektroskopie, Elektronische Frequenzstabilisierung, Akustooptische Modulatoren, Radiofrequenzmodulation, Spannungsdoppelbrechung, Optische Datenübertragung, Glasfasern.

Lernziele/Kompetenzen:

Selbständiges praktisches Arbeiten mit laseroptischen Komponenten. Entwerfen und Charakterisieren von optischen Aufbauten.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Winter- und Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 10**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

S. Slama, C. Zimmermann

VFPKM Physik der kondensierten Materie**Modulkennziffer:** VFPKM**Titel:** Physik der kondensierten Materie**Veranstaltungsart:** Seminar (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Es werden aktuelle Forschungsthemen aus dem Gebiet der kondensierten Materie besprochen

Lernziele/Kompetenzen:

Selbständiges Einarbeiten in ein wissenschaftliches Forschungsthema und dessen Darstellung in einem mündlichen Vortrag.

Prüfungsmodalitäten: Seminarvortrag, unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Winter- und Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozenten des Vertiefungsfachs „Kondensierte Materie“

VFSKM Seminar zur kondensierten Materie**Modulkennziffer:** VFSKM**Titel:** Seminar zur kondensierten Materie**Veranstaltungsart:** Seminar (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF6,7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Es werden aktuelle Forschungsthemen aus dem Gebiet der kondensierten Materie besprochen

Lernziele/Kompetenzen:

Selbständiges Einarbeiten in ein wissenschaftliches Forschungsthema und dessen Darstellung in einem mündlichen Vortrag.

Prüfungsmodalitäten: Seminarvortrag, unbenotet. Benotet als Ergänzungsmodul.**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Winter- und Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozenten des Vertiefungsfachs „Kondensierte Materie“

VFEMSI Elektronenmikroskopie und -spektroskopie am Beispiel niedrigdimensionaler Materialien I**Modulkennziffer:** VFEMSI**Titel:** Elektronenmikroskopie und -spektroskopie am Beispiel niedrigdimensionaler Materialien I**Veranstaltungsart:** Blockveranstaltung mit Vorlesung, Übung und Praktikum**Leistungspunkte:** 6**Aufwand:** 180**Verwendbarkeit:**

VF6, VF7, EM, Nanoscience

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse Festkörperphysik

Inhalt:

Einführung in die Elektronenmikroskopie, Beugung, Abbildung mit elektromagnetischen Linsen, Linsenfehler und Auflösung, Aberrationskorrektur, Grundlagen der Kristallographie, sowie die Grundlagen, Präparation, Eigenschaften und Anwendung von zweidimensionalen Materialien. Verwendung aberrationskorrigierter Transmissions-Elektronenmikroskope für atomar aufgelöste Abbildungen, Elektronenbeugung und Spektroskopie von selbst hergestellten 2D Materialien. Auswertung der Daten und Vergleich mit Simulationen.

Lernziele/Kompetenzen:

Theoretisches Verständnis der Beugung, Spektroskopie und Strukturabbildung mit Elektronen, praktische Erfahrung mit atomar aufgelöster Elektronenmikroskopie, Bildsimulation und Auswertung.

Prüfungsmodalitäten: Mündliche Prüfung, Übungsaufgaben, Praktikumsauswertung**Benotung:**

wird benotet

Dauer des Moduls/Turnus: jedes Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 8**Anmeldeformalitäten:** Bei Interesse bitte e-mail an jannik.meyer@uni-tuebingen.de**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Jannik Meyer

VFEMSII Elektronenmikroskopie und -spektroskopie am Beispiel niedrigdimensionaler Materialien II**Modulkennziffer:** VFEMSII**Titel:** Elektronenmikroskopie und -spektroskopie am Beispiel niedrigdimensionaler Materialien II**Veranstaltungsart:** Blockveranstaltung mit Vorlesung, Übung und Praktikum**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90**Verwendbarkeit:**

VF6, VF7, EM

Zulassungsvoraussetzungen:

Elektronenmikroskopie und -spektroskopie am Beispiel niedrigdimensionaler Materialien I

Empfohlene Vorkenntnisse:**Inhalt:**

Kursteil II enthält eine vertiefende Einführung in die Spektroskopie mit Elektronen sowie Praktika zur Raster-Transmissions-Elektronenmikroskopie und verschiedene Arten der Spektroskopie. Diese Veranstaltung kann und sollte im gleichen Semester wie Teil I belegt werden.

Lernziele/Kompetenzen:

Theoretisches Verständnis und praktische Erfahrung mit Elektronen-Energieverlust-Spektroskopie und Röntgenspektroskopie im Raster-Transmissions-Elektronenmikroskop.

Prüfungsmodalitäten: Mündliche Prüfung, Übungsaufgaben, Praktikumsauswertung**Benotung:**

wird benotet

Dauer des Moduls/Turnus: jedes Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 8**Anmeldeformalitäten:** Bei Interesse bitte e-mail an jannik.meyer@uni-tuebingen.de**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Jannik Meyer

VFANM Applications of Nanoscale Materials**Modulkennziffer:** VFANM**Titel:** Applications of Nanoscale Materials**Veranstaltungsart:** Vorlesung 2 SWS**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90h (Kontaktzeit 30h, Selbststudium 60h)**Verwendbarkeit:**

BSc Physik (Vertiefungsfachmodul 6 oder 7 oder Ergänzungsmodul); BSc Nanoscience (Optionsmodul);

MSc Nanoscience (Focusmodul Physics C)

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul "Kondensierte Materie"

Inhalt:

Structure-property relations for nanostructures; how specific materials provide solutions to functional problems. Semiconductor-based applications i.a. solar cells, light-emitting diodes, and transistor devices: p-n junctions, direct/indirect bandgaps, functionalization. Comparison of different materials, including in historical context. Heterogeneous catalysis, i.a. transition-metal nanoparticles. Nanoscience for preservation and understanding of cultural heritage.

Lernziele/Kompetenzen:

Basic knowledge of how nanoscale physics leads to real-world applications, including how the choice of material influences results. Familiarity with key properties of common applications, materials, and characterization techniques, including drawbacks.

Prüfungsmodalitäten: Attendance (not graded); Graded in-class topic presentation plus oral exam.

Accommodations for distance learning.

Benotung:

wird benotet

Dauer des Moduls/Turnus: jedes Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 30**Anmeldeformalitäten:** email instructor robert.pennington@uni-tuebingen.de**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Robert Pennington, Prof. Jannik Meyer

VFRNKG Kompaktkurs über Röntgen- und Neutronenstreuung an Kristallen und Grenzflächen**Modulkennziffer:** VFRNKG**Titel:** Kompaktkurs über Röntgen und Neutronenstreuung an Kristallen und Grenzflächen**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit praktischen Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF6,7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Grundlagen der Streutheorie, Streuquerschnitte Röntgen und Neutronen, allgemeines Streugesetz $S(Q,)$ für Statik und Dynamik, moderne Streumethoden: Volumenstrukturaufklärung, Streuung von Grenzflächen, Kleinwinkelstreuung, inelastische Streuung, experimentelle Verfahren, Synchrotronstrahlung und Neutronen

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in moderne Streutechniken inklusive Synchrotron- und Neutronenstreuung

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1-wöchige Blockveranstaltung nach Ende der Vorlesungszeit, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Gerlach, F. Schreiber

VFTHL Physik und Technologie der Halbleiter**Modulkennziffer:** VFTHL**Titel:** Physik und Technologie der Halbleiter**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF 6,7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodule "Kondensierte Materie" und "Physik der Nanostrukturen"

Inhalt:

Physikalische Grundlagen der Halbleiter: Kristallstruktur, Ladungsträger im Festkörper, Dotierung, Modelle zur Bandstruktur, Stromtransport, charakteristische Größen, pn-Übergang, Schottky-Kontakt, Funktion wesentlicher Bauelemente Prozesse der Halbleitertechnik; Materialien, Kristallwachstum, Dotierung, Implantation, MOSFET, SIMOX, Dünne Schichten, Epitaxie, Lithographie, optische Verfahren, Elektronenstrahlolithographie, Musterübertragung

Lernziele/Kompetenzen:

Basisverständnis der elektronischen Struktur und des Ladungstransports in Halbleitern und der Funktion wesentlicher Bauelemente Kenntnis der wesentlichen Prozesse und Methoden zur Herstellung und Charakterisierung anorganischer Halbleiter, insbesondere am Beispiel Silizium

Prüfungsmodalitäten: Regelmäßige Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Benotung:**

s. Prüfungsmodalitäten

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:** Siehe Vorlesungsverzeichnis in Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>), oder in der ersten Vorlesung**Modulverantwortliche(r):**

M. Fleischer

VFHLP Halbleiterpraktikum**Modulkennziffer:** VFHLP**Titel:** Halbleiterpraktikum**Veranstaltungsart:** Praktikum (2 SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF6,7) oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul „Kondensierte Materie“, Vorlesung „Physik und Technologie der Halbleiter“

Inhalt:

Optische Lithographie, Strukturübertragung, reaktives Ionenätzen, Herstellung und Charakterisierung von Halbleiter-Bauelementen

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die Grundlagen der Halbleiter-Prozesstechnologie und Halbleiter-Charakterisierung

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 2-wöchiges Blockpraktikum in der vorlesungsfreien Zeit im Anschluss an die Vorlesung „Physik und Technologie der Halbleiter“; im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 12**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

M. Fleischer

VFTKM Theorie der kondensierten Materie**Modulkennziffer:** VFTKM**Titel:** Theorie der kondensierten Materie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS)**Leistungspunkte:** 6**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul (VF 6, 7, 9) oder Ergänzungsmodul im Bachelor- Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1, 2 und 3, Basismodul Thermodynamik und Statistik, Basismodul Quantenmechanik

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodul "Kondensierte Materie"

Inhalt:

Periodische Gitter, Raumgruppe und Punktgruppe, reziprokes Gitter, Phononen, Freie Elektronen, Zustandsdichte, chemisches Potential, spezifische Wärme, Bloch-Theorem und Energiebänder, fast-freie Elektronen, tight-binding Näherung, Wannier-Funktionen, Zeitumkehrsymmetrie und Kramersentartung, Elektronen im Magnetfeld, Landau-Diamagnetismus, Spinsuszeptibilität, Heisenberg- Modell, Ferromagnet und Antiferromagnet, Spinwellen, Magnonen, Kondo-Effekt, schwere Fermionen

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die Grundlagen der Theorie der kondensierten Materie

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester**Maximale Teilnehmerzahl:****Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

S. Andergassen, N. Schopohl

VFHNB Halbleiter Nanostrukturen und Bauelemente**Modulkennziffer:** VFHNB**Titel:** Halbleiter Nanostrukturen und Bauelemente**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1,2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basismodule „Physik der Nanostrukturen“ und „Kondensierte Materie“

Inhalt:

Physik in Systemen mit reduzierter Dimensionalität, Kohlenstoff Nanoröhrchen und ein-dimensionale Systeme, ballistische Quanten Punkt-Kontakte, Physik der Quanten Punkte, Coulomb Blockade, Zero-dimensionale Systeme, Bloch Oszillator, Quantum Kaskade Laser

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die moderne Nanotechnologie der Halbleiter.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme; unbenotet. Benotete Klausur oder mündliche Prüfung als Ergänzungsmodul.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

D. Wharam

VFPCP Praktikum: Computational Physics**Modulkennziffer:** VFPCP**Titel:** Praktikum: Computational Physics**Veranstaltungsart:** Praktikum mit Vorlesung (2 SWS)**Leistungspunkte:** 9**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 105 h, Selbststudium 165 h)**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Kenntnisse einer Programmiersprache (C, Fortran, Python)

Empfohlene Vorkenntnisse:

Physik Grundkurs 1, 2 und 3

Inhalt:

Durchführung verschiedener Projekte (Praktikumsaufgaben) aus unterschiedlichen Bereichen der Physik und Astrophysik. Problemstellungen beinhalten: N-Body-Rechnungen, Monte-Carlo-Methoden, Schwingungen mit finiten Elementen, numerische Hydrodynamik, Quantenmechanik, Mikromagnetismus. Eine erfolgreiche Teilnahme beinhaltet eine (aktive) Teilnahme sowohl an der Vorlesung als auch am Praktikum.

Lernziele/Kompetenzen:

Entwicklung und Implementierung numerischer Algorithmen. Erlernen von Programmierung und eigenständige Durchführung numerischer Simulationen.

Prüfungsmodalitäten:**Benotung:****Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre
(<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

W. Kley

VFEPWA Einführung in das Programmieren für wissenschaftliche Anwendungen**Modulkennziffer:** VFEPWA**Titel:** Einführung in das Programmieren für wissenschaftliche Anwendungen**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit Übungen an den Computern des CIP-Pools Physik**Aufwand:** 180 Stunden**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Vertiefungsfachmodul oder Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Diese Veranstaltung richtet sich in erster Linie an Studierende ohne oder mit geringen Vorkenntnissen im Programmieren, die am Praktikum Computational Physics teilnehmen möchten, steht aber auch anderen Interessierten offen. Grundkenntnisse im Umgang mit Computern sind wünschenswert.

Inhalt:

Grundlagen der Programmiersprache C++, Strategien zur Programmentwicklung mit Schwerpunkt numerische / naturwissenschaftliche Anwendungen.

Lernziele/Kompetenzen:

Dieser Kurs soll dazu in die Lage versetzen, eigene Programme zu planen und zu schreiben und fremde Programme zu analysieren und zu erweitern.

Prüfungsmodalitäten: Teilnahme an Vorlesung, erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, unbenotet als Vertiefungsfachmodul

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Sommersemester. Bei Bedarf zusätzlich 2-wöchiges Blockpraktikum (ganztägig) vor Vorlesungsbeginn, im Wintersemester.

Maximale Teilnehmerzahl: ca. 20

Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)

Modulverantwortliche(r):

N.N.

VFMTTP Moderne Themen der theoretischen Physik**Modulkennziffer:** VFMTTP**Titel:** Moderne Themen der theoretischen Physik**Veranstaltungsart:** Seminar (2SWS)**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul oder Vertiefungsfachmodul (im Vertiefungsfach VF9 "Fortgeschrittene Theoretische Physik") im Bachelor-Studiengang Physik. Auch anrechenbar für den Master in Mathematical Physics.

Zulassungsvoraussetzungen:

Physik Grundkurs 1, 2 und 3

Empfohlene Vorkenntnisse:

Quantenmechanik, Thermodynamik und Statistik, Classische Feldtheorie und Quantumfeldtheorie.

Inhalt:

Moderne Themen der theoretischen Physik, insbesondere Themen der aktuellen Forschung der Arbeitsgruppen des Instituts für theoretische Physik.

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in die Arbeitsweise der theoretischen Physik anhand eines Themas der aktuellen Forschung. Die Studierenden erhalten einen Einblick in aktuelle Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppen des Instituts für theoretische Physik.

Prüfungsmodalitäten: Nach Vereinbarung**Benotung:**

Nach Vereinbarung

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Winter- bzw. Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 20**Anmeldeformalitäten:** Persönlich beim Dozent oder per E-Mail**Modulverantwortliche(r):**

Dozenten des Instituts für theoretische Physik

VFFSP Fortgeschrittene Statistische Physik**Modulkennziffer:** VFFSP**Titel:** Fortgeschrittene Statistische Physik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 9**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul oder Vertiefungsfachmodul (in den Vertiefungsfächern VF3, VF6, VF7 und VF9) im Bachelor-Studiengang Physik

Zulassungsvoraussetzungen:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Thermodynamik und Statistik

Inhalt:

Phasenübergänge; kritische Phänomene; moderne Methoden der statistischen Physik: Monte-Carlo-Simulationen, Molekular Dynamik, klassische Dichtefunktionaltheorie; Diffusion, Random Walk, Polymere, Kolloide in Lösung; Gittermodelle: Spinsysteme, Hubbard-Modell

Lernziele/Kompetenzen:

Einarbeitung in fortgeschrittene Methoden der statistischen Physik. Die Studierenden erlernen die interdisziplinäre Anwendung von Methoden der statistischen Physik in unterschiedlichen Bereichen der Physik.

Prüfungsmodalitäten: Als Ergänzungsmodul:

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Das Modul wird benotet.

Als Vertiefungsfachmodul:

Teilnahme an der Vorlesung und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Das Modul ist unbenotet.

Dauer des Moduls/Turnus: 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre (<http://campus.verwaltung.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Roland Roth