



MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT  
HALLE-WITTENBERG

# **Modulhandbuch**

für den  
Studiengang:

## **Physik und Nanotechnologie**

im Bachelor - Studiengang 180 Leistungspunkte

## Inhalt:

Präambel .....	Seite 3
Abschlussmodul (Bachelorarbeit Physik und Nanotechnologie 180 LP) .....	Seite 4
Advanced CMOS technology .....	Seite 6
Advanced nanostructure fabrication .....	Seite 8
Analysis (18 LP) (FSQ integrativ) .....	Seite 10
Aufbaumodul Analysis: Mathematische Physik .....	Seite 13
Chemical aspects in nanotechnology .....	Seite 16
Computational Physics .....	Seite 18
Device fabrication lab course .....	Seite 20
Experimentalphysik A / exphys_A (FSQ integrativ) .....	Seite 22
Experimentalphysik B / exphys_B (FSQ integrativ) .....	Seite 25
Experimentalphysik C .....	Seite 28
Fortgeschrittenenpraktikum .....	Seite 31
Lineare Algebra für die Physik .....	Seite 34
Mathematische Methoden .....	Seite 36
Physikalische und elektronische Messtechnik / physmess .....	Seite 38
Semiconductor devices .....	Seite 41
Theoretische Physik A / theophys_A .....	Seite 43
Theoretische Physik B / theophys_B .....	Seite 45
Theoretische Physik C / theophys_C .....	Seite 47

## Anhang:

Fachspezifische Schlüsselqualifikationen .....	Seite 50
Studiengangübersicht .....	Seite 52

## **Präambel:**

### (1) Prüfungszeiträume:

Pro Semester gibt es zwei in der Regel 4-wöchige Prüfungszeiträume, und zwar direkt im Anschluss an die Vorlesungszeit (Prüfungszeitraum A) und am Ende der anschließenden vorlesungsfreien Zeit (Prüfungszeitraum B). Modul-Abschlussprüfungen finden in der Regel in den vorgegebenen Prüfungszeiträumen A oder B statt, die Zuordnung ist in den allgemeinen Modulbeschreibungen festgelegt. Semesterübergreifende Module sollten im Prüfungszeitraum B geprüft werden. Module, für deren Abschlussprüfung weniger Vorbereitungszeit erforderlich ist, können dagegen im Prüfungszeitraum A geprüft werden. Nach nicht bestandener 1. Wiederholungsprüfung wird im Allgemeinen die Wiederholung des Moduls empfohlen.

### (2) Grundlagen der Nanotechnologie:

Im Studiengang Physik und Nanotechnologie werden an Stelle der im Studiengang Physik wählbaren Ergänzungsmodule fest vorgegebene Module zu Grundlagen der Nanotechnologie im Umfang von 20 LP belegt.

**Modul: Abschlussmodul (Bachelorarbeit Physik und Nanotechnologie 180 LP)**

**Identifikationsnummer:**

PHY.08357.01

**Lernziele:**

- mündliche und schriftliche Präsentationstechniken
- eigenverantwortliches Erarbeiten von Spezialwissen

**Inhalte:**

- schriftliche Darstellung des Projekts in einer Bachelorarbeit und Präsentation in einem Kolloquium (Vortrag mit Diskussion)

**Verantwortlichkeiten (Stand 06.03.2024):**

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Hochschullehrer des Instituts für Physik

**Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

Studiengang	Studienprogramm (Leistungspunkte)	Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	6.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>10/162</i>

*\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich*

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

mindestens 100 LP müssen erreicht sein

**Wünschenswert:**

keine

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Semester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

300 Stunden

**Leistungspunkte:**

10 LP

**Sprache:**

Deutsch/Englisch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Bachelorarbeit	0	270	Winter- und Sommersemester
Kolloquium (Vorbereitung und Durchführung der mündlichen Leistung)	0	30	Winter- und Sommersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Moduleilleistungen:**

Moduleilleistungen	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Bachelorarbeit	Bachelorarbeit	nicht möglich laut RStPOBM §20 Abs.13	75 %
Kolloquium (mündliche Leistung)	Kolloquium (mündliche Leistung)	nicht möglich laut RStPOBM §20 Abs.13	25 %

**Termine für alle Moduleilleistungen:**

- 1.Termin: im laufenden Semester
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens 6 Monate nach Semesterende

## **Modul: Advanced CMOS technology**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.08359.01

### **Lernziele:**

- Die Studierenden sollen:
- Ein Verständnis für den grundlegenden Aufbau und die Funktion integrierter CMOS Schaltungen entwickeln.
  - Die Bedeutung und Definition der Technology nodes und der verschiedenen Leistungskriterien moderner CMOS Schaltungen begreifen.
  - Die verschiedenen notwendigen Fertigungsschritte kennenlernen und verstehen.
  - Neue aktuelle Weiterentwicklungen im Materialbereich wie Silicon on insulator, strained silicon oder silicon germanium kennenlernen und die entsprechenden Vorteile verstehen.
  - Weitere Neuentwicklungen wie FinFETs und ähnliche im Kontext der aktuellen Hochintegration verstehen und einordnen.

### **Inhalte:**

1. Grundlegende Begriffe der CMOS Technologie, Technology nodes, Flächenbedarf
2. Aufbau und Bestandteile von Standard CMOS-Schaltungen
3. Ablauf des Fertigungsprozesses für VLSI Schaltungen, Prozessbeispiele
4. Silicon on insulator Technologie
5. Vorteile und Nutzung von strained silicon und silicon germanium
6. Entwicklung von planarer Technologie zu 3D MOSFETs (FinFET Technologie)

### **Verantwortlichkeiten (Stand 06.03.2024):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	NN

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 14.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>3.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/162</i>

*\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich*

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

#### **Obligatorisch:**

keine

#### **Wünschenswert:**

keine

#### **Dauer:**

1 Semester

#### **Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

150 Stunden

**Leistungspunkte:**

5 LP

**Sprache:**

Deutsch/Englisch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	2	30	Wintersemester
Projektseminar	1	15	Wintersemester
Selbststudium	0	105	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: Prüfungszeitraum A
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Advanced nanostructure fabrication**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.08362.01

### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen im Rahmen der Vorlesung einen breiten Überblick über verschiedene Reinraumtechnologien erhalten, die zur Herstellung von Nanostrukturen notwendig sind.

Hierbei erlernen sie neben den bei der ULSI Fertigung zum Einsatz kommenden Verfahren auch alternative Verfahren.

Die Studierenden lernen neben der reinen Funktionsweise der Verfahren auch die Limitierungen und Artefakte der verschiedenen Prozesse korrekt einzuschätzen und bei der Prozessplanung zu berücksichtigen.

Im Rahmen des Projektseminars erlernen die Studierenden basierend auf den erhaltenen Informationen Prozesse selber zu planen, und ihre Durchführbarkeit zu überprüfen.

### **Inhalte:**

- Bauelementkonzepte und Ziele der Strukturierung
- Dünnschichtdeposition
  - Sputtern
  - Epitaxie
  - Aufdampfverfahren
- Ätzverfahren
  - Nasschemisches Ätzen
  - Trockenchemisches Ätzverfahren
- Lithographie
  - Grundlagen (positiv/negativ Lithographie)
  - UV-Lithographie, Kontaktlithographie, Maskenlose Lithographie, Projektionslithographie
  - Extreme UV Lithographie
  - Elektronenstrahlolithographie
  - Design-Rules und Proximitykorrektur
- Alternative Lithographieverfahren
  - Nanoimprintlithographie
  - Microcontact printing

### **Verantwortlichkeiten (Stand 06.03.2024):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	NN (Habilitation)

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 14.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>4.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/162</i>

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

keine

**Wünschenswert:**

keine

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Sommersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

150 Stunden

**Leistungspunkte:**

5 LP

**Sprache:**

Deutsch/Englisch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	2	30	Sommersemester
Projektseminar	2	30	Sommersemester
Selbststudium	0	90	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

1.Termin: Prüfungszeitraum A

1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters

2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Analysis (18 LP) (FSQ integrativ)**

### **Identifikationsnummer:**

MAT.00714.03

### **Lernziele:**

- Die Studierenden sollen
- das Verständnis für die grundlegenden Prinzipien der Analysis, den Grenzwertbegriff, die analytische Behandlung der geometrisch motivierten Problemstellungen und exemplarisch für den naturwissenschaftlichen Hintergrund entwickeln (FSQ integrativ)
  - die Grundbegriffe und -techniken sicher beherrschen und die Fähigkeiten zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltungen erwerben (FSQ integrativ)
  - die mathematische Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen erlernen, mathematische Intuition entwickeln und deren Umsetzung in präzise Begriffe und Begründungen einüben (FSQ integrativ)
  - exemplarisch die Entwicklung der Analysis an einigen zentralen Begriffen nachvollziehen (FSQ integrativ)
  - durch die linearen Strukturen innerhalb der Analysis am Beispiel der Grundmodule die enge Verbindung mathematischer Gebiete erkennen (FSQ integrativ)
  - das Basiswissen und Fertigkeiten für das gesamte weitere Studium, insbesondere die Grundlage für die Aufbaumodule der Analysis, Topologie, Geometrie, Numerik, Stochastik, Lineare Optimierung erwerben. (FSQ integrativ)

### **Inhalte:**

- Grundlagen: Mengen, Logik und Beweistechniken, natürliche Zahlen, Vollständige Induktion, reelle Zahlen, komplexe Zahlen.
- Folgen und Reihen: Grenzwerte, Konvergenzkriterien, Folgen und Reihen komplexer Zahlen, Funktionen, elementare transzendente Funktionen.
- Stetigkeit: Zwischenwertsatz, Satz über Umkehrfunktionen, Logarithmus, stetige Funktionen auf kompakten Intervallen.
- Differenzierbarkeit: Mittelwertsatz der Differentialrechnung, lokale Extrema, Funktionenfolgen und  $\mathbb{R}$ -reihen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit und gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen, Taylorformel.
- Integration: Riemann-Integral, Integration und Differentiation, Integrationsregeln, Uneigentliche Integrale.
- Metrische Räume: Topologische Grundbegriffe, normierte Räume. Vollständigkeit.
- Reelle Funktionen des  $\mathbb{R}^n$ : stetige Funktionen, Differentiation im  $\mathbb{R}^n$ , totale und partielle Differenzierbarkeit, die Sätze über Umkehrfunktionen und implizite Funktionen, Taylorformel, Quadratische Formen, lokale Extrema ohne und mit Nebenbedingungen, Jordan Kurven im  $\mathbb{R}^n$ , Jordan-Riemannscher Inhalt beschränkter Punktmengen des  $\mathbb{R}^n$ , Integralsätze, Anwendungen in der Vektoranalysis.

### **Verantwortlichkeiten (Stand 07.12.2023):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II	Mathematik	Prof. Dr. Nils Waterstraat; Prof. Dr. Tomás Dohnal

### Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):

Studiengang	Studienprogramm (Leistungspunkte)	Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Bachelor*	Mathematik mit Anwendungsfach 180 LP 1. Version 2006	1. bis 2.	Pflichtmodul	Fachnote	18/154
Bachelor*	Wirtschaftsmathematik 180 LP 1. Version 2006	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/152
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2006	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/136
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2006	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/136
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2012	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2012	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/138
Bachelor*	Mathematik 180 LP 1. Version 2013	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/149
Bachelor	Wirtschaftsmathematik 180 LP 1. Version 2013	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/142
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2016	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/137
Bachelor*	Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/157
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	1.	Pflichtmodul	Fachnote	18/162
Bachelor*	Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung	1. bis 2.	Pflichtmodul	Fachnote	18/162

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

#### Teilnahmevoraussetzungen:

##### **Obligatorisch:**

keine

##### **Wünschenswert:**

keine

##### **Dauer:**

2 Semester

##### **Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

##### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

540 Stunden

**Leistungspunkte:**

18 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	4	60	Wintersemester
Vorlesung	4	60	Sommersemester
Übung	2	30	Wintersemester
Übung	2	30	Sommersemester
Selbststudium	0	180	Wintersemester
Selbststudium	0	180	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- Lösung von Übungsaufgaben und deren Präsentation

**Modulvorleistungen:**

- Bestehen von Zwischentests

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Klausur oder mündliche Prüfung	Klausur oder mündliche Prüfung	Klausur oder mündliche Prüfung	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1. Termin: nach Ende der Vorlesungszeit
- 1. Wiederholungstermin: vor Beginn der Vorlesungszeit des Wintersemesters
- 2. Wiederholungstermin: im nächsten oder übernächsten Semester

## **Modul: Aufbaumodul Analysis: Mathematische Physik**

### **Identifikationsnummer:**

MAT.00106.05

### **Lernziele:**

- Die Studierenden sollen moderne Methoden der Theorie partieller Differentialgleichungen erlernen.
- Die Studierenden sollen mathematische Grundlagen der Quantenmechanik erwerben.

### **Inhalte:**

- Hilberträume, Projektionen, Orthonormalbasen
- Selbstadjungierte Operatoren, Spektraltheorie
- Distributionen, Fourier-Transformation
- Laplace- und Poisson-Gleichung
- Diffusionsgleichung
- Wellengleichung
- Schrödinger-Gleichung

### **Verantwortlichkeiten (Stand 16.01.2024):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II	Mathematik	Prof. Dr. Nils Waterstraat; Prof. Dr. Tomás Dohnal

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2006	4.	Pflichtmodul	Fachnote	0/136
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2006	4.	Pflichtmodul	Fachnote	0/136
<i>Bachelor*</i>	<i>Mathematik mit Anwendungsfach 180 LP 1. Version 2006</i>	4.	<i>Wahlpflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>8/154</i>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2012	4.	Pflichtmodul	Fachnote	0/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2012	4.	Pflichtmodul	Fachnote	0/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2016	4.	Pflichtmodul	Fachnote	0/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	4.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>0/157</i>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	4.	Pflichtmodul	Fachnote	0/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	4.	Pflichtmodul	Fachnote	0/162

Bachelor*	Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung	4.	Pflichtmodul	Fachnote	0/162
-----------	--	----	--------------	----------	-------

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

Modul/e:

- Lineare Algebra  
oder
- Lineare Algebra für Physiker  
oder
- Lineare Algebra für die Physik

#### Wünschenswert:

Grundmodule Analysis, Analysis III (bzw. Gewöhnliche Differentialgleichungen für Physiker oder Funktionentheorie für Physiker)

#### Dauer:

1 Semester

#### Angebotsturnus:

jedes Sommersemester

#### Studentischer Arbeitsaufwand:

240 Stunden

#### Leistungspunkte:

8 LP

#### Sprache:

Deutsch

#### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Mathematische Physik	2	30	Sommersemester
Übung Mathematische Physik	2	30	Sommersemester
Vorlesung Mathematische Methoden der Theoretischen Physik	1	15	Sommersemester
Übung Mathematische Methoden der Theoretischen Physik	1	15	Sommersemester
Selbststudium	0	150	Sommersemester

#### Studienleistungen:

- Lösung von Übungsaufgaben und deren Präsentation

#### Modulvorleistungen:

- keine

#### Modulleistung:

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1. Termin: am Ende der Vorlesungszeit
- 1. Wiederholungstermin: zu Beginn der Vorlesungszeit des nächsten Semesters
- 2. Wiederholungstermin: im nächsten oder übernächsten Semester

## **Modul: Chemical aspects in nanotechnology**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.08360.01

### **Lernziele:**

- Die Studierenden sollen Kenntnisse in verschiedenen Bereichen chemischer Prozesse, die für die Herstellung von Nanostrukturen notwendig sind, erwerben, sowohl aus der anorganischen Chemie im Bereich der Ätzprozesse und Elektrodeposition als auch aus der organischen Chemie im Bereich der Resistchemie und Lithographie.
- Zusätzlich erlernen die Studierenden (übergreifend) die Chemie der Halbleiterdeposition aus der Gasphase.

### **Inhalte:**

- Grundlagen der anorganischen Chemie
- Löslichkeit, Komplexbildung, nasschemisches Ätzen
- Gleichgewichtsreaktionen, Gasphasenabscheidung, reaktions und diffusionslimitiertes Wachstum
- Gasphasenreaktionen, Bildung flüchtiger Verbindungen und Reposition bei trockenchemischen Ätzprozessen
- Redoxreaktionen und elektrochemische Abscheidung aus der Lösung

### **Verantwortlichkeiten (Stand 06.03.2024):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Wouter Maijenburg

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 14.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>1.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/162</i>

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

#### **Obligatorisch:**

keine

#### **Wünschenswert:**

keine

#### **Dauer:**

1 Semester

#### **Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

150 Stunden

**Leistungspunkte:**

5 LP

**Sprache:**

Deutsch/Englisch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	2	30	Wintersemester
Projektseminar	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	90	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Moduleilleistungen:**

Moduleilleistungen	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	50 %
Seminarvortrag	Seminarvortrag	Seminarvortrag	50 %

**Termine für alle Moduleilleistungen:**

1.Termin: Prüfungszeitraum A

1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters

2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Computational Physics**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.06803.01

### **Lernziele:**

- Kenntnis und Verständnis grundlegender Konzepte zur Lösung physikalischer Fragestellungen, insbesondere zur Berechnung theoretischer Vorhersagen, mit Hilfe von numerischen Methoden
- Fähigkeit, gegebene mathematisch-theoretische Zusammenhänge in algorithmische Form umzusetzen sowie Umgang mit Informationstechnologien und Programmierung, v.a. Fähigkeit, physikalische Vorgänge und Messergebnisse auf dem Computer nachzuvollziehen

### **Inhalte:**

- Anwendung einer modernen Programmiersprache
- grundlegende numerisch-mathematische Methoden zur Datenbehandlung
- Lösung von Gleichungssystemen und Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen
- Fourier-Transformation und Faltung
- deterministisches Chaos und deterministischer Zufall

### **Verantwortlichkeiten (Stand 30.01.2024):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	PD Dr. Viktor Ivanov

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	3.	Pflichtmodul	Fachnote	5/162
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	3.	Pflichtmodul	Fachnote	5/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	5.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/157</i>
<i>Bachelor*</i>	<i>Mathematik 180 LP 1. Version 2013</i>	3.	<i>Wahlpflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/149</i>
Bachelor	Mathematik 180 LP 1. Version 2022	5.	Wahlpflichtmodul	Fachnote	5/110
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	3.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/162</i>
Master	Informatik 120 LP 1. Version 2016	1. oder 3.	Wahlpflichtmodul	Fachnote	0/120
Master	Informatik 120 LP 1. Version 2023	1. oder 3.	Wahlpflichtmodul	Fachnote	5/120

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

keine

**Wünschenswert:**

Experimentalphysik A

Analysis (18 LP)

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

150 Stunden

**Leistungspunkte:**

5 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Computational Physics	2	30	Wintersemester
Projektseminar	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	90	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- Vorbereitung und Präsentation von Programmieraufgaben

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Klausur	Klausur	Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1. Termin: Prüfungszeitraum A
- 1. Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2. Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

**Hinweise:**

Für dieses Modul werden grundlegende Programmierkenntnisse auf Abiturniveau vorausgesetzt. Diese müssen, wenn nicht vorhanden, entweder im Selbststudium oder durch Belegen des ASQ-Moduls `Einführung in die Programmierung für Physiker` im 1. oder 2. Semester erworben werden.

## **Modul: Device fabrication lab course**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.08361.01

### **Lernziele:**

Im Rahmen von Vorlesung und zugehörigem Praktikum erlernen die Studierenden den konkreten Umgang mit Geräten in Reinraumumgebung. Hierbei lernen die Studierenden in der Vorlesung die verschiedenen notwendigen Schritten zunächst theoretisch kennen und verstehen, anschließend im Praktikum auch die Durchführung direkt am Gerät.

Hierdurch erlangen die Studierenden Kompetenz im Umgang mit verschiedenen Geräten für die Halbleiterprozessierung (UV-Lithographie, Spin-Coater, Aufdampfanlage, Spitzenmessplatz).

### **Inhalte:**

- Vorlesung
  - Probenreinigung
  - Einführung in das Belackern
  - Lackdickenmessung mittels Ellipsometrie und/oder Profilometer
  - Einführung in die UV-Lithographie
  - Aufdampfverfahren
  - Lift-Off
  - Optische Mikroskopie
  - Elektrische Charakterisierung
- Praktische Anwendung
  - Nasschemische Reinigung
  - Bedienung von Lackschleuder und Heizplatte
  - Ellipsometrie an Lackschichten
  - UV-Lithographie mit dem Kontaktbelichter und Entwicklung
  - Thermisches Verdampfen
  - Lift-Off im Lösungsmittel
  - Ergebnisprüfung im optischen Mikroskop
  - Elektrische Messung mit dem Spitzenmessplatz

### **Verantwortlichkeiten (Stand 06.03.2024):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	NN (Nachfolge Leipner)

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 14.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	5.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/162</i>

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

keine

**Wünschenswert:**

keine

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

150 Stunden

**Leistungspunkte:**

5 LP

**Sprache:**

Deutsch/Englisch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	2	30	Wintersemester
Laborpraktikum	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	90	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Praktikumsprotokolle	Praktikumsprotokolle	Praktikumsprotokolle	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

1.Termin: Prüfungszeitraum B

1.Wiederholungstermin: bis spätestens 6 Monate nach Semesterende

2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Experimentalphysik A / expphys A (FSQ integrativ)**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.00740.06

### **Lernziele:**

- Kenntnis und Verständnis der grundlegenden Konzepte der Experimentalphysik in den Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Elektrizität und Magnetismus, Schwingungen und Wellen
- Anwendung des erlernten Wissens zur Lösung entsprechender Rechenaufgaben
- Erwerb von grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten im experimentellen Arbeiten in den genannten Themenbereichen
- FSQ: schriftliche Darstellung wissenschaftlicher Sachverhalte, auch unter Nutzung von Informationstechnik (Auswertung und Darstellung von Messdaten) (FSQ integrativ)

### **Inhalte:**

- Vorlesung
- 1. Einführung: physikalische Größen, Einheiten, Gleichungen
- 2. Mechanik: Kinematik und Dynamik freier Punktmassen (Grundbegriffe, Newtonsche Axiome, Erhaltungssätze), Statik und Dynamik des starren Körpers (Drehmoment, Trägheitsmoment, Drehimpulserhaltungssatz, Kreisel, Gravitation, Planetenbewegung), Mechanik der Flüssigkeiten, Gase und deformierbaren Körper (Grenzflächenerscheinungen, Bernoullische Gleichung, Zähigkeit, Hooksches Gesetz), relativistische Kinematik
- 3. Thermodynamik: Temperatur, Wärme, Zustandsgleichung idealer Gase, van der Waals Zustandsgleichung, I.Hauptsatz, ausgewählte Zustandsänderungen, Transportvorgänge, II. Hauptsatz, Entropie, thermodynamische Kreisprozesse
- 4. Elektrizität und Magnetismus: Elektrostatisches Feld (Ladung, elektrische Feldstärke, elektrisches Potenzial, Coulombsches Gesetz, Dielektrizitätskonstante, elektrische Polarisation), elektrischer Strom (Ohmsches Gesetz, elektrische Leitung in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen), magnetisches Feld (magnetische Feldgrößen, Lorentzkraft, Materie im Magnetfeld, zeitlich veränderliches Magnetfeld (Induktionsgesetz, Maxwellsche Gleichungen), Anwendungen der elektromagnetischen Induktion (Generator, Motor, Transformator, Wechselstromkreis)
- 5. Schwingungen und Wellen: Schwingungen (Grundbegriffe, freie, gedämpfte, erzwungene und gekoppelte Schwingungen), Wellen (Grundbegriffe, Wellengleichung, Reflexion, Überlagerung, Huygens-Fresnel'sches Prinzip, Schallwellen, elektromagnetische Wellen (Energiedichte, Strahlungsquellen-Hertzscher Dipol, Doppler-Effekt, Polarisation), geometrische Optik
- 6. Phänomenologische Einführung in die Grundlagen der Kernphysik und Radioaktivität: Atomkern (Kernaufbau, Bindungsenergie, Tröpfchenmodell), Zerfallsgesetz (Aktivität, Halbwertszeit, Zerfallsstatistik, Zerfallsketten), Zerfallsarten (alpha-, beta- und gamma-Strahlung), Anwendungen (Kernspaltung, Kernfusion, medizinische Anwendungen)
- Praktikum
- 1. einfache Messgeräte für mechanische, thermische und elektrische Messungen
- 2. Fehlerrechnung und Statistik, Regression
- 3. wissenschaftliches Protokollieren
- 4. computergestützte Darstellung und Auswertung von Messergebnissen (Origin)
- 5. Experimente zur Mechanik, Wärmelehre und Elektrik (Gleichstromkreis)

### **Verantwortlichkeiten (Stand 25.01.2024):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Prof. Dr. Thomas Thurn-Albrecht

### Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):

Studiengang	Studienprogramm (Leistungspunkte)	Studiensemester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2006	1.	Pflichtmodul	Fachnote	20/136
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2006	1.	Pflichtmodul	Fachnote	20/136
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2012	1.	Pflichtmodul	Fachnote	20/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2012	1.	Pflichtmodul	Fachnote	20/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2016	1.	Pflichtmodul	Fachnote	20/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	<i>1.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>20/157</i>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	1.	Pflichtmodul	Fachnote	20/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	1.	Pflichtmodul	Fachnote	20/162
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>1. bis 2.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>20/162</i>
Bachelor (2-Fach)	Physik Plus 120 LP 1. Version 2020	1. bis 2.	Pflichtmodul	Fachnote	20/110

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

#### Teilnahmevoraussetzungen:

##### Obligatorisch:

keine

##### Wünschenswert:

keine

##### Dauer:

2 Semester

##### Angebotsturnus:

jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester

##### Studentischer Arbeitsaufwand:

600 Stunden

##### Leistungspunkte:

20 LP

##### Sprache:

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Experimentalphysik I	4	60	Wintersemester
Projektseminar Experimentalphysik I	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	135	Wintersemester
Vorlesung Einführung zum physikalischen Grundpraktikum	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	30	Wintersemester
Vorlesung Experimentalphysik II	4	60	Sommersemester
Projektseminar Experimentalphysik II	2	30	Sommersemester
Selbststudium	0	135	Sommersemester
Physikalisches Grundpraktikum II	3	45	Sommersemester
Selbststudium	0	45	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik II
- bestätigte Praktikumsprotokolle
- Klausur zur Einführung zum Grundpraktikum
- Bearbeitung und Lösen von Seminaufgaben

**Modulvorleistungen:**

- Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik I

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: Prüfungszeitraum B
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens 6 Monate nach Semesterende
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

**Modul: Experimentalphysik B / expphys B (FSQ integrativ)**

**Identifikationsnummer:**

PHY.00704.06

**Lernziele:**

- Kenntnis und Verständnis der grundlegenden Konzepte der Experimentalphysik in den Bereichen Optik, Atom- und Molekülphysik
- Anwendung des erlernten Wissens zur Lösung entsprechender Rechenaufgaben
- Erwerb von grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten im experimentellen Arbeiten in den genannten Themenbereichen
- FSQ: Kommunikations- und Teamfähigkeit (FSQ integrativ)

**Inhalte:**

- Vorlesung
- 1. Optik
  - A Geometrische Optik: Reflexion, Brechung, Totalreflexion, abbildende Systeme
  - B Wellenoptik: Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Polarisation, Ausbreitung von Licht, Interferenz und Beugung, Kohärenz, Interferometer, Auflösungsvermögen optischer Instrumente, Holographie,
  - C Licht in Materie: Absorption, Dispersion, Streuung, Verhalten an Grenzflächen, Doppelbrechung, optische Aktivität, nichtlineare Optik
  - D Quantenoptik: Wellen- und Photonenbild, Schwarzkörperstrahlung, Laser
- 2. Atom- und Molekülphysik
  - A Entwicklung der Atomvorstellung, grundlegende `Quanten`-Experimente, Welle-Teilchen Problematik
  - B Grundlagen der Quantenmechanik, Wasserstoffatom, Schrödinger Gleichung
  - C Atome mit mehreren Elektronen, Kopplung an externe Felder
  - D Atom- und Kernphysikalische Messmethoden
  - E Molekülphysik
- 3. Ausgewählte weiterführende Themen zu den einzelnen Kapiteln
  - Praktikum
    - 1. elektrische und optische Messgeräte und Messverfahren
    - 2. mathematische Verfahren zur Experimentauswertung (nichtlineare Regression, Fourieranalyse)
    - 3. Computergestütztes Messen
    - 4. (wenige) komplexere Experimente zur Akustik und Thermodynamik
    - 5. Experimente zu Elektrik, Optik, Atom- und Kernphysik

**Verantwortlichkeiten (Stand 11.04.2023):**

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Prof. Dr. Georg Woltersdorf, Dr. Mathias Stölzer

**Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

Studiengang	Studienprogramm (Leistungspunkte)	Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2006	3.	Pflichtmodul	Fachnote	20/136

Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2006	3.	Pflichtmodul	Fachnote	20/136
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2012	3.	Pflichtmodul	Fachnote	20/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2012	3.	Pflichtmodul	Fachnote	20/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2016	3.	Pflichtmodul	Fachnote	20/137
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	3.	Pflichtmodul	Fachnote	20/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	3.	Pflichtmodul	Fachnote	20/162
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>3. bis 4.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>20/162</i>
Bachelor (2-Fach)	Physik Plus 120 LP 1. Version 2020	3. bis 4.	Pflichtmodul	Fachnote	20/110

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

keine

#### Wünschenswert:

Modul Experimentalphysik A / expphys\_A

#### Dauer:

2 Semester

#### Angebotsturnus:

jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester

#### Studentischer Arbeitsaufwand:

600 Stunden

#### Leistungspunkte:

20 LP

#### Sprache:

Deutsch

### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Experimentalphysik Optik	2	30	Wintersemester
Projektseminar Experimentalphysik Optik	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	130	Wintersemester
Physikalisches Grundpraktikum III	3	45	Wintersemester
Selbststudium	0	65	Wintersemester
Vorlesung Experimentalphysik Atomphysik	3	45	Sommersemester
Projektseminar Experimentalphysik Atomphysik	1	15	Sommersemester
Selbststudium	0	130	Sommersemester
Physikalisches Grundpraktikum IV	3	45	Sommersemester
Selbststudium	0	65	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik - Atom- und Molekülphysik
- Lösungen der Seminaaraufgaben
- bestätigte Praktikumsprotokolle

**Modulvorleistungen:**

- Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Experimentalphysik - Optik

**Modulleistung:**

<b>Modulleistung</b>	<b>1. Wiederholung</b>	<b>2. Wiederholung</b>	<b>Anteil an Modulnote</b>
mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: Prüfungszeitraum B
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens 6 Monate nach Semesterende
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Experimentalphysik C**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.06804.01

### **Lernziele:**

- Kenntnis der grundlegenden Experimente und Verständnis der theoretischen Konzepte zu strukturellen, optischen und elektronischen Eigenschaften von Festkörpern
- Fähigkeit, Messergebnisse anhand der relevanten Modellvorstellungen zu erklären und deren Variationen vorherzusagen
- Kenntnis und Verständnis der Thermodynamik, Struktur und Kinetik von weicher kondensierter Materie
- Fähigkeit, das Verhalten von "weichen" Materialien im täglichen Leben auf molekularer Basis zu verstehen und zu erklären
- Anwendung einfacher theoretischer Konzepte zur Vorhersage physikalischer Eigenschaften von kondensierter Materie

### **Inhalte:**

Festkörperphysik:

- Chemische Bindung und Wechselwirkungen in kondensierter Materie
- Kristallgitter und Einheitszelle, reziprokes Gitter, Brillouinonen, Beugung (Streubedingungen, Strukturanalyse)
- Dynamik des Kristallgitters: Phononen, akustische und optische Phononen, Zustandsdichte und spezifische Wärme
- Elektronen im Festkörper: Bändermodell, fast freie und stark gebundene Elektronen, Fermi-Gas-Modell, Bloch-Wellen, effektive Masse, Halbleiter (Dotierung, Löcher, pn-Übergang, Bauelemente)
- Transportphänomene: elektronischer Transport, Drude-Modell, Wärmetransport, Diffusion in Flüssigkeiten, Hall-Effekt
- Magnetismus: Einführung Dia-, Para- und Ferromagnetismus

Vertiefende Festkörperphysik:

- Supraleitung
  - dielektrische Festkörper: Farbzentren, Ferro-/Piezoelektrizität
- Soft condensed matter physics:
- Structure and (thermo)dynamics of liquids (existence, phase transitions, diffusion, glass transition)
  - Liquid crystals (classification, structures and defects, phase transitions, elastic properties and LC displays)
  - Surfactants: supramolecular structures and self-organization (micelles and membranes)
  - Colloids: Brownian motion, forces between colloids, colloidal phase transitions and glass transition
  - Polymers: conformation, ideal and real chains, rubber elasticity, introduction to semicrystalline polymers

### **Verantwortlichkeiten (Stand 14.10.2020):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Prof. Dr. Georg Schmidt

**Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

Studiengang	Studienprogramm (Leistungspunkte)	Studiensemester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	5.	Pflichtmodul	Fachnote	13/162
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	5.	Pflichtmodul	Fachnote	13/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>5. bis 6.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>13/162</i>

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

Modul/e:

- Experimentalphysik A / exphys\_A

**Wünschenswert:**

Modul Experimentalphysik B / exphys\_B

**Dauer:**

2 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

390 Stunden

**Leistungspunkte:**

13 LP

**Sprache:**

Deutsch/Englisch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Festkörperphysik	4	60	Wintersemester
Projektseminar Festkörperphysik	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	120	Wintersemester
Projektseminar Vertiefende Festkörperphysik	1	15	Sommersemester
Vorlesung Soft condensed matter physics	3	45	Sommersemester
Projektseminar Soft condensed matter physics	1	15	Sommersemester
Selbststudium	0	105	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- Klausur Festkörperphysik
- Klausur Soft condensed matter physics

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

<b>Modulleistung</b>	<b>1. Wiederholung</b>	<b>2. Wiederholung</b>	<b>Anteil an Modulnote</b>
mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: Prüfungszeitraum B
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Fortgeschrittenenpraktikum**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.06805.02

### **Lernziele:**

- Kenntnis von grundlegenden und historisch wichtigen physikalischen Experimenten (im Vergleich zum Grundpraktikum komplexere Experimente)
- Erlernen von praktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit moderner Messtechnik
- Erkennen und Bewerten von Fehlerquellen bei physikalischen Messungen
- Auswertung und grafische Darstellung von experimentellen Ergebnissen
- Anfertigung schriftlicher wissenschaftlicher Berichte und Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen im Vortrag
- Präsentations- und Moderationstechniken

### **Inhalte:**

Durchführung von 5 grundlegenden Versuchen (jeweils fünfstündig an drei Tagen) mit Auswertung, Fehlerbetrachtung und Versuchsprotokoll (ca. 12 Seiten). Falls das Praktikum alleine durchgeführt wird, sind drei grundlegende Versuche (jeweils 7 SWS an drei Tagen) durchzuführen.

Für Studierende der medizinischen Physik sind zwei der vier mit (MP) gekennzeichneten Versuche verpflichtend. Es sind Projektversuche möglich, die je nach Umfang zwei oder drei grundlegende Versuche ersetzen können.

Unter den durchzuführenden Versuchen können z.B. sein:

- Dielektrische Eigenschaften von Materialien
- Photoeffekt
- Elektronenbeugung
- Zeeman-Effekt
- Röntgendiffraktion (MP)
- Rasterelektronenmikroskopie und EBIC
- NMR-Spektroskopie (MP)
- Schallausbreitung in Festkörpern
- Rastertunnelmikroskopie
- Umweltradioaktivität (MP)
- Stern-Gerlach-Versuch
- Rasterkraftmikroskopie
- Photovoltaik
- Rheologie an komplexen Flüssigkeiten
- Zeitaufgelöste Fluoreszenzspektroskopie
- Aktivitätsbestimmung (MP)

### **Verantwortlichkeiten (Stand 07.12.2023):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Dr. Franz-Josef Schmitt

**Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

Studiengang	Studienprogramm (Leistungspunkte)	Studiensemester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	6.	Pflichtmodul	Fachnote	6/162
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	6.	Pflichtmodul	Fachnote	6/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	6.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	6/162
Bachelor (2-Fach)	Physik Plus 120 LP 1. Version 2020	6.	Pflichtmodul	Fachnote	6/110

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

Modul/e:

- Experimentalphysik B / exphys\_B
- Physikalische und elektronische Messtechnik / physmess
- Experimentalphysik A / exphys\_A
- oder
- Experimentalphysik B / exphys\_B
- Experimentalphysik A / exphys\_A

**Wünschenswert:**

keine

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Sommersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

180 Stunden

**Leistungspunkte:**

6 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Laborpraktikum	5	75	Sommersemester
Seminar	1	15	Sommersemester
Selbststudium	0	90	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

<b>Modulleistung</b>	<b>1. Wiederholung</b>	<b>2. Wiederholung</b>	<b>Anteil an Modulnote</b>
Seminarvortrag und Praktikumsprotokolle	Seminarvortrag und Praktikumsprotokolle	Seminarvortrag und Praktikumsprotokolle	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: Seminarvorträge: Versuchsbegleitend während des Semesters; fertiggestellte Protokolle bis spätestens sechs Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen
- 1.Wiederholungstermin: Wiederholungstermine für einzelne Versuche oder des Seminarvortrags werden im Laufe des Semesters angeboten
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

**Hinweise:**

Falls das Praktikum alleine durchgeführt wird, sind drei grundlegende Versuche (jeweils fünfständig an drei Tagen) durchzuführen Für Studierende des Bachelor-Studienganges Medizinische Physik sind drei der vier mit (MP) gekennzeichneten Versuche (Röntgendiffraktion, NMR-Spektroskopie, Umweltradioaktivität) verpflichtend.

## **Modul: Lineare Algebra für die Physik**

### **Identifikationsnummer:**

MAT.06659.02

### **Lernziele:**

- Verständnis der grundlegenden Prinzipien linearer Strukturen und der Linearisierung sowie sichere Beherrschung der Grundbegriffe, Fähigkeiten zum aktiven Umgang mit den Inhalten der Lehrveranstaltung
- Aneignung der mathematischen Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen, Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Verständnis des strengen axiomatischen Aufbaus mathematischer Gebiete an einer (vergleichsweise) einfachen Struktur, Erkennen der Querverbindungen zu anderen Disziplinen
- Erwerbung von Basiswissen und Fertigkeiten, die für die mathematischen Grundlagen der Physik notwendig sind

### **Inhalte:**

- Diskrete Strukturen und lineare Algebra
- Elementare Logik und Mengentheorie
- Gruppen, Ringe, Körper
- rationale, reelle, komplexe Zahlen
- lineare Gleichungssysteme, Vektoren, Matrizen
- Vektorräume und lineare Operatoren
- Eigenwerte, Diagonalisierung, Normalformen
- Analytische Geometrie

### **Verantwortlichkeiten (Stand 07.12.2023):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II	Mathematik	Prof. Dr. Rebecca Waldecker, Prof. Dr. Joachim Rieger

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	<i>1.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/157</i>
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	1.	Pflichtmodul	Fachnote	5/162
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	1.	Pflichtmodul	Fachnote	5/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>1.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/162</i>

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

keine

**Wünschenswert:**

keine

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

150 Stunden

**Leistungspunkte:**

5 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	3	45	Wintersemester
Übung	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	75	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Klausur	Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: am Ende der Vorlesungszeit
- 1.Wiederholungstermin: : zu Beginn der Vorlesungszeit des folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: : im nächsten oder übernächsten Semester

## Modul: Mathematische Methoden

### Identifikationsnummer:

PHY.06660.02

### Lernziele:

Kenntnis und Anwendung von grundlegenden mathematischen Methoden zur Lösung ausgewählter Probleme der klassischen Physik

### Inhalte:

- Rechenmethoden I: Anwendung von grundlegenden Methoden der linearen Algebra und der reellen und komplexen Analysis auf einfache Probleme der Mechanik und des Elektromagnetismus, wie sie parallel in der Experimentalphysik diskutiert werden
- Rechenmethoden II: Anwendung von grundlegenden Methoden der linearen Algebra und der Analysis in mehreren Veränderlichen auf einfache Probleme der Mechanik und des Elektromagnetismus, wie sie parallel in der Experimentalphysik diskutiert werden

### Verantwortlichkeiten (Stand 29.10.2021):

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Prof. Dr. Wolfgang Paul

### Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):

Studiengang	Studienprogramm (Leistungspunkte)	Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	<i>1.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>0/157</i>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	1. bis 2.	Pflichtmodul	Fachnote	5/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	1. bis 2.	Pflichtmodul	Fachnote	5/162
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>1. bis 2.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/162</i>
Bachelor (2-Fach)	Physik Plus 120 LP 1. Version 2020	1. bis 2.	Pflichtmodul	Fachnote	5/110

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

keine

#### Wünschenswert:

keine

### Dauer:

2 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

150 Stunden

**Leistungspunkte:**

5 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	1	15	Wintersemester
Seminar	1	15	Wintersemester
Selbststudium	0	45	Wintersemester
Vorlesung	1	15	Sommersemester
Seminar	1	15	Sommersemester
Selbststudium	0	45	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- Klausur Rechenmethoden I

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Klausur	Klausur	Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1. Termin: Prüfungszeitraum A
- 1. Wiederholungstermin: bis spätestens 6 Monate nach Semesterende
- 2. Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Physikalische und elektronische Messtechnik / physmess**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.00709.06

### **Lernziele:**

- Kenntnis und Verständnis der Grundlagen der elektronischen Messtechnik und physikalischen Experimentiertechnik
- Anwendung des erlernten Wissens anhand von Praktikumsversuchen
- Automatisierung von Messtechnik und rechnergestütztes Experimentieren
- Gute wissenschaftliche Praxis; Literaturrecherchen

### **Inhalte:**

- Grundlagen der Elektronik  
Lineare Netze  
Halbleiterbauelemente, Transistor- und Verstärkerschaltungen  
Signalverarbeitung und -wandlung (analog / digital)  
Digitale Logik und Mikrocontroller
- Ausgewählte Teilbereiche der physikalischen Messtechnik  
Messung von Längen und der Zeit  
Messung elektrischer Größen, Signalübertragung, Speicherung und Bussysteme  
Erzeugung und Messung von Magnetfeldern  
Temperaturmessung und -regelung  
Erzeugung und Messung von Vakuum und hohem Druck  
Messung und Erzeugung elektromagnetischer Strahlung  
Grenzen der Messtechnik
- Praktikumsversuche zu  
passive und aktive elektronische Bauelemente  
AD/DA-Wandlung, digitale Logik, nicht-lineare Schaltungen, fachspezifische Messtechnik  
Experimentautomatisierung und Simulation  
Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens
- Gute Wissenschaftliche Praxis  
naturwissenschaftliches Publikationswesen  
Literaturrecherche und wissenschaftliche Datenbanken

### **Verantwortlichkeiten (Stand 07.12.2023):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Dr. Franz-Josef Schmitt; Dr. Nicki Hinsche

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 17.04.2024):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2006	5.	Pflichtmodul	Fachnote	0/136
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2006	5.	Pflichtmodul	Fachnote	0/136

Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2012	5.	Pflichtmodul	Fachnote	0/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2012	5.	Pflichtmodul	Fachnote	0/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2016	5.	Pflichtmodul	Fachnote	0/137
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	5.	Pflichtmodul	Fachnote	7/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	5.	Pflichtmodul	Fachnote	7/162
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	5.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>7/162</i>
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	<i>3. bis 4.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>7/157</i>

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

Modul/e:

- Experimentalphysik A / exphys\_A

#### Wünschenswert:

Modul Experimentalphysik B / exphys\_B

#### Dauer:

2 Semester

#### Angebotsturnus:

jedes Wintersemester

#### Studentischer Arbeitsaufwand:

210 Stunden

#### Leistungspunkte:

7 LP

#### Sprache:

Deutsch

#### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	2	30	Wintersemester
Seminar	1	15	Wintersemester
Laborpraktikum	4	60	Winter- und Sommersemester
Selbststudium	0	105	Winter- und Sommersemester

**Studienleistungen:**

- Testate und Protokolle

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

<b>Modulleistung</b>	<b>1. Wiederholung</b>	<b>2. Wiederholung</b>	<b>Anteil an Modulnote</b>
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1. Termin: Prüfungszeitraum A oder B
- 1. Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2. Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

**Hinweise:**

Im Studiengang Physik und Digitale Technologien ist das Laborpraktikum im Sommersemester vorgesehen.

**Modul: Semiconductor devices**

**Identifikationsnummer:**

PHY.08358.01

**Moduluntertitel:**

Semiconductor devices

**Lernziele:**

- Grundlegendes Wissen über Halbleiter, Bandstruktur und Dotierung
- Verständnis für Konzepte wie p/n-Übergang, Raumladungszone, und Heterostrukturen
- Verständnis verschiedener Diodentypen (p/n-Diode, Schottkydiode)
- Verständnis grundlegender Halbleiterbauelemente wie Bipolartransistor, JFET, MOSFET

**Inhalte:**

- Direkte und indirekte Halbleiter, Bandstruktur
- Dotierung
- p/n-Übergang und -Dioden
- Schottkykontakte- und Dioden
- MOS-Übergänge
- Heteroübergänge
- MOS- und MISFETs
- Bipolartransistoren
- Junction FETs
- Herstellungskonzepte

**Verantwortlichkeiten (Stand 06.03.2024):**

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn

**Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 14.12.2023):**

Studiengang	Studienprogramm (Leistungspunkte)	Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>2.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>5/162</i>

*\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich*

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

keine

**Wünschenswert:**

keine

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Sommersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

150 Stunden

**Leistungspunkte:**

5 LP

**Sprache:**

Deutsch/Englisch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	2	30	Sommersemester
Seminar	2	30	Sommersemester
Selbststudium	0	90	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

1.Termin: Prüfungszeitraum A

1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters

2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Theoretische Physik A / theophys A**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.05144.02

### **Lernziele:**

- Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der klassischen analytischen Mechanik

### **Inhalte:**

Die Inhalte dieses Moduls umfassen die Galilei Raum-Zeit, Symmetrien und Erhaltungssätze, Lagrangesche, Hamiltonsche und Hamilton-Jacobi Formulierung der analytischen Mechanik, kanonische Transformationen, Noether Theorem, Poissonklammern, Kreisel, und fakultative Themen wie z.B. KAM Theorem oder Chaos.

### **Verantwortlichkeiten (Stand 24.01.2017):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Prof. Dr. Jamal Berakdar

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2012	3.	Pflichtmodul	Fachnote	7/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2012	3.	Pflichtmodul	Fachnote	7/138
<i>Bachelor*</i>	<i>Mathematik 180 LP 1. Version 2013</i>	3.	<i>Wahlpflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>7/149</i>
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2016	3.	Pflichtmodul	Fachnote	7/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	3.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>7/157</i>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	3.	Pflichtmodul	Fachnote	7/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	3.	Pflichtmodul	Fachnote	7/162
Bachelor	Mathematik 180 LP 1. Version 2022	5.	Wahlpflichtmodul	Fachnote	7/110
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	3.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>7/162</i>
Bachelor (2-Fach)	Physik Plus 120 LP 1. Version 2020	3.	Pflichtmodul	Fachnote	7/110

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

keine

**Wünschenswert:**

keine

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

210 Stunden

**Leistungspunkte:**

7 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Theoretische Physik I	4	60	Wintersemester
Projektseminar Theoretische Physik I	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	120	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- Vorbereitung und Präsentation von Übungsaufgaben im Projektseminar

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Klausur	Klausur	Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: Prüfungszeitraum A
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Theoretische Physik B / theophys B**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.05145.02

### **Lernziele:**

- Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der Elektrodynamik als klassischer Feldtheorie
- Kenntnis, Verständnis und Anwendung der Grundlagen der Quantenmechanik

### **Inhalte:**

- Elektrodynamik: Integrale und differentielle Form der Maxwellgleichungen, Randwertprobleme der Elektrostatik und Magnetostatik, Multipolentwicklung, Anfangsrandwertprobleme der Elektrodynamik, Eichtransformationen, Lorentz-Invarianz der Elektrodynamik, Viererschreibweise, spezielle Relativitätstheorie, optional: Lagrange Dichten des Maxwell Feldes
- Quantenmechanik: Prinzipien der Quantenmechanik und einfache 1-dimensionale Probleme, Schrödingergleichung, Wasserstoffatom, Quantentheorie im Hilbertraum, Symmetrien und Erhaltungsgrößen, Störungstheorie, Zeitabhängige Probleme, Spin, Streutheorie

### **Verantwortlichkeiten (Stand 30.01.2024):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	NN

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2012	4.	Pflichtmodul	Fachnote	14/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2012	4.	Pflichtmodul	Fachnote	14/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2016	4.	Pflichtmodul	Fachnote	14/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	4.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>14/157</i>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	4.	Pflichtmodul	Fachnote	14/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	4.	Pflichtmodul	Fachnote	14/162
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	<i>4. bis 5.</i>	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>14/162</i>
Bachelor (2-Fach)	Physik Plus 120 LP 1. Version 2020	4. bis 5.	Pflichtmodul	Fachnote	14/110
<i>Master*</i>	<i>Mathematik 120 LP 1. Version 2006</i>	2.	<i>Wahlpflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>14/120</i>

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

keine

**Wünschenswert:**

Modul Theoretische Physik A / theophys\_A

**Dauer:**

2 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Studienjahr beginnend im Sommersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

420 Stunden

**Leistungspunkte:**

14 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Theoretische Physik II - Elektrodynamik	4	60	Sommersemester
Projektseminar Theoretische Physik II - Elektrodynamik	2	30	Sommersemester
Selbststudium	0	120	Sommersemester
Vorlesung Theoretische Physik III - Quantenmechanik	4	60	Wintersemester
Projektseminar Theoretische Physik III - Quantenmechanik	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	120	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- Bearbeitung und Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation im Projektseminar Elektrodynamik
- Bearbeitung und Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation im Projektseminar Quantenmechanik

**Modulvorleistungen:**

- Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Elektrodynamik
- Klausur zu Vorlesung/Projektseminar Quantenmechanik

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: Prüfungszeitraum B
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens 6 Monate nach Semesterende
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Theoretische Physik C / theophys C**

### **Identifikationsnummer:**

PHY.05164.02

### **Lernziele:**

- Kenntnis, Verständnis und Anwendung der grundlegenden Konzepte der statistischen Thermodynamik

### **Inhalte:**

- statistische Behandlung von Vielteilchensystemen, Entropie, Ensemble der Statistik, Verbindung Statistik-Thermodynamik, Hauptsätze und thermodynamische Potentiale, Statistik wechselwirkungsfreier Systeme an klassischen und quantenmechanischen Beispielen, Statistik wechselwirkender Systeme an klassischen und quantenmechanischen Beispielen, Phasenübergänge, Molekularfeldtheorie, Phasenregel

### **Verantwortlichkeiten (Stand 31.01.2019):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Physik	Prof. Dr. Wolfgang Paul

### **Studienprogrammverwendbarkeit (Stand 07.12.2023):**

<b>Studiengang</b>	<b>Studienprogramm (Leistungspunkte)</b>	<b>Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2012	6.	Pflichtmodul	Fachnote	7/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2012	6.	Pflichtmodul	Fachnote	7/138
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2016	6.	Pflichtmodul	Fachnote	7/137
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Digitale Technologien 180 LP 1. Version 2019</i>	6.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>7/157</i>
Bachelor	Physik 180 LP 1. Version 2019	6.	Pflichtmodul	Fachnote	7/137
Bachelor	Medizinische Physik 180 LP 1. Version 2019	6.	Pflichtmodul	Fachnote	7/162
<i>Bachelor*</i>	<i>Physik und Nanotechnologie 180 LP Änderungsordnung</i>	6.	<i>Pflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>7/162</i>
Bachelor (2-Fach)	Physik Plus 120 LP 1. Version 2020	6.	Pflichtmodul	Fachnote	7/110
<i>Master*</i>	<i>Mathematik 120 LP 1. Version 2006</i>	2.	<i>Wahlpflichtmodul</i>	<i>Fachnote</i>	<i>7/120</i>
Master	Mathematik 120 LP 1. Version 2013	2.	Wahlpflichtmodul	Fachnote	7/120
Master	Mathematik 120 LP 1. Version 2023	2. oder 4.	Wahlpflichtmodul	Fachnote	0/90

\* Angaben zum Studienprogramm sind noch nicht verbindlich

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

Modul/e:

- Theoretische Physik A / theophys\_A

**Wünschenswert:**

Modul Theoretische Physik B / theophys\_B

**Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Sommersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

210 Stunden

**Leistungspunkte:**

7 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Theoretische Physik IV	4	60	Sommersemester
Projektseminar Theoretische Physik IV	2	30	Sommersemester
Selbststudium	0	120	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- Bearbeitung und Lösen von Übungsaufgaben und deren Präsentation im Projektseminar

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Klausur	Klausur	Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: Prüfungszeitraum A
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Anhang**



**Fachspezifische Schlüsselqualifikationen im Studiengang  
Bachelor Physik und Nanotechnologie - 180 LP (FStPO: Änderungsordnung) vom  
18.04.2024**

**Integrative Fachspezifische Schlüsselqualifikationen**

<b>Modultitel</b>	<b>Schlüsselqualifikation</b>	<b>Stunden</b>
Analysis (18 LP)	das Verständnis für die grundlegenden Prinzipien der Analysis, den Grenzwertbegriff, die analytische Behandlung der geometrisch motivierten Problemstellungen und exemplarisch für den naturwissenschaftlichen Hintergrund entwickeln	10
	die Grundbegriffe und -techniken sicher beherrschen und die Fähigkeiten zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltungen erwerben	10
	die mathematische Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen erlernen, mathematische Intuition entwickeln und deren Umsetzung in präzise Begriffe und Begründungen einüben	10
	exemplarisch die Entwicklung der Analysis an einigen zentralen Begriffen nachvollziehen	10
	durch die linearen Strukturen innerhalb der Analysis am Beispiel der Grundmodule die enge Verbindung mathematischer Gebiete erkennen	5
	das Basiswissen und Fertigkeiten für das gesamte weitere Studium, insbesondere die Grundlage für die Aufbaumodule der Analysis, Topologie, Geometrie, Numerik, Stochastik, Lineare Optimierung erwerben.	5
Experimentalphysik B / exphys_B	FSQ: Kommunikations- und Teamfähigkeit	60
Experimentalphysik A / exphys_A	FSQ: schriftliche Darstellung wissenschaftlicher Sachverhalte, auch unter Nutzung von Informationstechnik (Auswertung und Darstellung von Messdaten)	60

<b>Modultitel</b>	<b>Schlüsselqualifikation</b>	<b>Stunden</b>
	170	

Summe

des Zeitaufwands:



**Studiengangübersicht: Bachelor Physik und Nanotechnologie - 180 LP**  
**(FStPO: Änderungsordnung) vom 18.04.2024**

**Pflichtmodule**

ID	Modultitel	Teilnahme- voraus- setzung	Kontakt- studium (in SWS)	LP	Studien- leistung	Modul- vorlei- stung	Modulleistung	Anteil an Abschluss- note	Empfehlung Studien- semester
CHE.08360.01	Chemical aspects in nanotechnology	Nein	4	5	Nein	Nein	mündl. Prüfung oder Klausur; Seminarvortrag	5/162	1.
MAT.06659.02	Lineare Algebra für die Physik	Nein	5	5	Ja	Nein	Klausur	5/162	1.
MAT.00714.03	Analysis (18 LP) (FSQ integrativ)	Nein	12	18	Ja	Ja	Klausur oder mündliche Prüfung	18/162	1. und 2.
PHY.00740.06	Experimentalphysik A / expphys_A (FSQ integrativ)	Nein	17	20	Ja	Ja	mündl. Prüfung oder Klausur	20/162	1. und 2.
PHY.06660.02	Mathematische Methoden	Nein	4	5	Nein	Ja	Klausur	5/162	1. und 2.
PHY.08358.01	Semiconductor devices	Nein	4	5	Nein	Nein	mündl. Prüfung oder Klausur	5/162	2.
PHY.08359.01	Advanced CMOS technology	Nein	3	5	Nein	Nein	mündl. Prüfung oder Klausur	5/162	3.
PHY.06803.01	Computational Physics	Nein	4	5	Ja	Nein	Klausur	5/162	3.
PHY.05144.02	Theoretische Physik A / theophys_A	Nein	6	7	Ja	Nein	Klausur	7/162	3.
PHY.00704.06	Experimentalphysik B / expphys_B (FSQ integrativ)	Nein	14	20	Ja	Ja	mündliche Prüfung	20/162	3. und 4.
PHY.08362.01	Advanced nanostructure fabrication	Nein	4	5	Nein	Nein	mündl. Prüfung oder Klausur	5/162	4.

ID	Modultitel	Teilnahme- voraus- setzung	Kontakt- studium (in SWS)	LP	Studien- leistung	Modul- vorlei- stung	Modulleistung	Anteil an Abschluss- note	Empfehlung Studien- semester
MAT.00106.05	Aufbaumodul Analysis: Mathematische Physik	Ja	6	8	Ja	Nein	mündl. Prüfung oder Klausur	0/162	4.
PHY.05145.02	Theoretische Physik B / theophys_B	Nein	12	14	Ja	Ja	mündliche Prüfung	14/162	4. und 5.
PHY.08361.01	Device fabrication lab course	Nein	4	5	Nein	Nein	Praktikumsprotokolle	5/162	5.
PHY.00709.06	Physikalische und elektronische Messtechnik / phymess	Ja	7	7	Ja	Nein	mündl. Prüfung oder Klausur	7/162	5. und 6.
PHY.06804.01	Experimentalphysik C	Ja	11	13	Ja	Nein	mündliche Prüfung	13/162	5. und 6.
PHY.08357.01	Abschlussmodul (Bachelorarbeit Physik und Nanotechnologie 180 LP)	Ja	0	10	Nein	Nein	Bachelorarbeit; Kolloquium (mündliche Leistung)	10/162	6.
PHY.06805.02	Fortgeschrittenenpraktikum	Ja	6	6	Nein	Nein	Seminarvortrag und Praktikumsprotokolle	6/162	6.
PHY.05164.02	Theoretische Physik C / theophys_C	Ja	6	7	Ja	Nein	Klausur	7/162	6.

### ASQ Module

	ASQ Modul 1		je nach Wahl	5			je nach Wahl	0/162	
	ASQ Modul 2		je nach Wahl	5			je nach Wahl	0/162	