

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 1
---	------------	----------------------	------

## Inhalt

<b>Experimentalphysik I – Mechanik, Wärmelehre und Transportprozesse .....</b>	<b>2</b>
<b>Mathematische Methoden der Physik I.....</b>	<b>4</b>
<b>Grundlagen der Statistik.....</b>	<b>5</b>
<b>Experimentalphysik II – Elektrodynamik, Optik und Relativität.....</b>	<b>7</b>
<b>Mathematische Methoden der Physik II.....</b>	<b>9</b>
<b>Grundpraktikum Physik I.....</b>	<b>11</b>
<b>Numerische Verfahren der Physik .....</b>	<b>13</b>
<b>Experimentalphysik III – Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene.....</b>	<b>15</b>
<b>Theoretische Physik I – Analytische Mechanik und Quantenmechanik.....</b>	<b>17</b>
<b>Grundpraktikum Physik II.....</b>	<b>19</b>
<b>Analysis I.....</b>	<b>21</b>
<b>Experimentalphysik IV – Festkörperphysik.....</b>	<b>23</b>
<b>Theoretische Physik II – Elektrodynamik .....</b>	<b>25</b>
<b>Analysis II für Physikstudierende.....</b>	<b>27</b>
<b>Messtechnik und EDV.....</b>	<b>29</b>
<b>Experimentalphysik V – Kern-, Teilchen- und Astrophysik.....</b>	<b>31</b>
<b>Theoretische Physik III – Theorie der Thermodynamik .....</b>	<b>33</b>
<b>Fortgeschrittenenpraktikum .....</b>	<b>35</b>
<b>Wissenschaftliches Präsentieren .....</b>	<b>37</b>
<b>Übergreifende Zusammenhänge der Experimentalphysik .....</b>	<b>39</b>
<b>Übergreifende Zusammenhänge der Theoretischen Physik.....</b>	<b>40</b>
<b>Studienprojekt .....</b>	<b>41</b>
<b>Bachelorthesis.....</b>	<b>42</b>
<b>Quantenoptik und Laserspektroskopie.....</b>	<b>44</b>
<b>Quantenstrukturen .....</b>	<b>45</b>
<b>Dünne Schichten und Oberflächen .....</b>	<b>47</b>
<b>Grundlagen der Mikro- und Nanostrukturierung.....</b>	<b>48</b>
<b>Grundlagen der Quanteninformation.....</b>	<b>49</b>
<b>Kernphysikalische Messmethoden in Medizin und Technik.....</b>	<b>51</b>
<b>Wahlpflichtfachbereich I – III .....</b>	<b>53</b>

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 2
---	------------	----------------------	------

07-BP-01	<b>Experimentalphysik I – Mechanik, Wärmelehre und Transportprozesse</b>	9 CP
	<b>Experimental Physics I – Classical Mechanics, Thermodynamics and Transport Phenomena</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	1. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene und Prinzipien in den Teilgebieten der klassischen Mechanik, der Thermodynamik und von Transportprozessen besitzen,
- Grundbegriffe und die Konzepte der Newtonschen Bewegungsgleichungen und der Erhaltungssätze beherrschen,
- in der Lage sein, einfache physikalische Probleme in diesen Gebieten mathematisch zu beschreiben und im Team zu lösen.

**Inhalte:**

- Grundgrößen, Einheiten und Dimensionen
- Mechanik des Massenpunktes
- Mechanik des starren Körpers
- Mechanik deformierbarer Körper
- Phänomenologie der Wärmelehre, Hauptsätze
- Zustandsänderungen und Kreisprozesse
- Kinetische Gastheorie
- Reale Gase und Phasenübergänge
- Ströme, Kontinuitätsgleichung, Diffusion, Wärmeleitung

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes WiSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik oder des I. Physikalischen Instituts oder des II. Physikalischen Instituts

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik, Nebenfach Mathematik

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	60
Übung	30	60
Seminar	30	30
Summe:	270	

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 4
---	------------	----------------------	------

07-BP-02	<b>Mathematische Methoden der Physik I</b>		6 CP
	<b>Mathematical Methods in Physics I</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik		1. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23		
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden sollen den Umgang mit dem mathematischen Grundgerüst – eindimensionale Differentiation und Integration sowie Grundlagen der linearen Algebra – beherrschen.			
<b>Inhalte:</b> Folgen und Reihen, elementare und spezielle Funktionen, Differentiation und Integration im Eindimensionalen, Integrationsmethoden, Taylor-Reihen, komplexe Zahlen und Funktionen, Vektoren, Matrizen, Determinanten, Eigenwerte und Eigenvektoren.			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes WiSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	45	45	
Übung	30	60	
Summe:	180		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.			
<b>Modulprüfung:</b> – Prüfungsform: Klausur (90-180 min) zu den Inhalten der Vorlesung und der Übung – Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson			
<b>Unterrichts- und Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch, nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 5
---	------------	----------------------	------

07-BP-03	<b>Grundlagen der Statistik</b>	6 CP
	<b>Basic Statistics</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Mathematik / Mathematisches Institut	1. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23	

**Qualifikationsziele:** Die Studierenden sollen einerseits grundlegende Begriffe und Konzepte der angewandten Statistik kennen, numerische und grafische explorative Datenanalyse (EDA) für praxisrelevante Beispiele beherrschen und die Ergebnisse der EDA adäquat charakterisieren und interpretieren können sowie andererseits grundlegende Konzepte der diskreten Stochastik kennen und praktisch anwenden können.

**Inhalte:** Grundlegende Begriffe und Konzepte der angewandten Statistik, Methoden der numerischen und der grafischen EDA sowie deren Anwendung auf konkrete Datenbeispiele, Grundlegende Begriffe der diskreten Stochastik, Elementare Methoden der Kombinatorik, Stochastische Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeit, Zufallsvariablen, Erwartungswert und Varianz, Tschebyschev-Ungleichung, Grundlagen des Testens

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes WiSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Mathematischen Instituts

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Data Science, B.Sc. Physik, B.Sc. Angewandte Physik

**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	30	60
Übung	30	60
Summe:	180	

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:** Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 6
---	------------	----------------------	------

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 7
---	------------	----------------------	------

07-BP-04	<b>Experimentalphysik II – Elektrodynamik, Optik und Relativität</b>	9 CP
	<b>Experimental Physics II – Electrodynamics, Optics and Relativity</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	2. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2023	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene und Prinzipien in den Teilgebieten der klassischen Elektrodynamik, von Wellenphänomenen, der geometrischen Optik und der speziellen Relativitätstheorie besitzen,
- Grundbegriffe und Erhaltungssätze der Physik beherrschen,
- die Fähigkeit besitzen, experimentelle Aufgabenstellungen eigenständig zu bearbeiten, mathematisch zu behandeln und selbstständig zu lösen.

**Inhalte:**

- Elektrostatik
- Elektrische Ströme
- Magnetostatik
- Zeitlich veränderliche Felder
- Maxwell Gleichungen
- Konzept der Welle, Wellengleichung
- Akustik
- Elektromagnetische Wellen
- Wellenoptik und Fouriertransformation
- Geometrische Optik
- Optische Instrumente
- Spezielle Relativitätstheorie und Lorentztransformationen
- Relativistische Kinematik
- Relativistische Dynamik, Energien

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes SoSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik oder des I. Physikalischen Instituts oder des II. Physikalischen Instituts

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik, Nebenfach Mathematik

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	60

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 8
---	------------	----------------------	------

Übung	30	60
Seminar	30	30
Summe:	270	

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 9
---	------------	----------------------	------

07-BP-05	<b>Mathematische Methoden der Physik II</b>		6 CP
	<b>Mathematical Methods in Physics II</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik		2. Fachsemester
	erstmalig angeboten im Sommersemester 2023		
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden sollen den Umgang mit dem mathematischen Grundgerüst für mehrdimensionale Differentiation und Integration sowie dem für die Verwendung unterschiedlicher Koordinatensysteme beherrschen.</p>			
<p><b>Inhalte:</b> Differentialoperatoren, Wegintegrale, Volumenintegrale, Oberflächenintegrale, Koordinatensysteme, Differentiation und Integration in verschiedenen Koordinatensystemen, einfache lineare Differentialgleichungen, , Skalarprodukte von Funktionen, Fouriertransformation.</p>			
<p><b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes SoSe, 1 Semester</p>			
<p><b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik</p>			
<p><b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen</p>			
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine</p>			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	45	45	
Übung	30	60	
Summe:	180		
<p><b>Prüfungsvorleistungen:</b> 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.</p>			
<p><b>Modulprüfung:</b> – Prüfungsform: Klausur (90-180 min) über die Inhalte der Vorlesung und der Übung – Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson</p>			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 10
---	------------	----------------------	-------

<b>Unterrichts- und Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch, nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung
--

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 11
---	------------	----------------------	-------

07-BP-06	<b>Grundpraktikum Physik I</b>		3 CP
	<b>Physics Laboratory Course I</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / II. Physikalisches Institut		2. Fachsemester
	erstmalig angeboten im Sommersemester 2023		
<p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kenntnisse über die grundlegenden Messgeräte und Messtechniken erlangen,</li> <li>– die Fähigkeit besitzen, grundlegende Fragestellungen zu Themen der Vorlesungen Experimentalphysik I und II (Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik, Optik) in Experimenten zu untersuchen, die Experimente aufzubauen und durchzuführen, zu analysieren und klar und nachvollziehbar in Protokollen darzustellen,</li> <li>– Messfehler erkennen, analysieren, sowie Verbesserungen vorschlagen,</li> <li>– die Grundlagen dieser Experimente aus der Literatur erarbeiten,</li> <li>– experimentelle Aufgaben im Team lösen,</li> <li>– und experimentelle Ergebnisse darstellen können.</li> </ul>			
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Experimente zu Themen der Vorlesung Experimentalphysik I und II (Mechanik, Wärmelehre, Optik)</li> <li>– Statistische, systematische Fehler</li> <li>– Darstellung von Ergebnissen in Diagrammen</li> </ul>			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes SoSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des II. Physikalisches Instituts			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik, Nebenfach Mathematik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Praktikum	30	60	
Summe:	90		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> Zu jedem Versuch mündliche Abfrage zu Versuchsgrundlagen vor Versuchsantritt bestanden, alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt			
<p><b>Modulprüfung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prüfungsform: 5-10 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Die genaue Anzahl der Versuchsauswertungen sowie deren Abgabefristen werden in der Praktikumsvorbesprechung bekanntgegeben.</li> </ul>			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 12
---	------------	----------------------	-------

- Wiederholungsprüfungen: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen
- Bildung der Modulnote: Ohne Benotung

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 13
---	------------	----------------------	-------

07-BP-07	<b>Numerische Verfahren der Physik</b>		6 CP
	<b>Computational Physics</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik		2. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2023		
<p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– grundlegende numerische Verfahren und deren Anwendungen in der Physik kennenlernen,</li> <li>– physikalische Problemstellungen aus den bisher bearbeiteten Themengebieten modellieren und mit numerischen Methoden auf dem Computer und selbstständig lösen können.</li> </ul>			
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Grundlagen der Modellierung physikalischer Probleme; Elementare numerische Verfahren; Gleichungssysteme und Lineare Algebra; Numerische Differentiation und Integration; Gewöhnliche Differentialgleichungen, Anfangswertprobleme und Chaos; Randwertprobleme, partielle Differentialgleichungen, Stabilitätsanalyse; Wärmeleitung, Advektions-Diffusionsgleichungen, Burgersgleichung und Schockwellen, Wellengleichung und Membranschwingungen; Monte-Carlo-Methoden und Machine-Learning</p>			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes SoSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen L3 Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	60	30	
Übung	30	60	
Summe:	180		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> keine			

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: mündliche Prüfung (30-45 min) in Kleingruppen (bis zu 5 Personen) (15-20 min. je Person) und Projekt mit Bericht (3-10 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung)
- Wiederholungsprüfungen: mündliche Prüfung (30-45 min) in Kleingruppen
- Bildung der Modulnote: mündliche Prüfung (70 %) und Projekt mit Bericht (30 %); Wiederholungsprüfung: 100 % mündliche Prüfung

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 15
---	------------	----------------------	-------

07-BP-08	<b>Experimentalphysik III – Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene</b>	9 CP
	<b>Experimental Physics III – Atomic and Molecular Physics, Quantum Phenomena</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / I. Physikalisches Institut	3. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2023/24	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- Grundlegende Experimente der Quantenmechanik kennen,
- in der Lage sein, die Strukturen in Wasserstoff-ähnlichen Atomen quantitativ zu beschreiben,
- den grundlegenden Aufbau sowie An- und Abregung von Atomen und Molekülen verstehen,
- die Fähigkeit besitzen, experimentelle Aufgabenstellungen eigenständig zu bearbeiten, mathematisch zu behandeln und im Team zu lösen.

**Inhalte:**

- Materiewellen
- grundlegende experimentelle Befunde, Anregung, Emission von Licht
- Strahlungsgesetze und Laser
- Wasserstoffatom
- Wechselwirkung mit externen Feldern
- Spin und Feinstruktur
- Mehrelektronensysteme und Pauli-Prinzip
- Röntgenspektren
- Molekülbindung
- spezifische Anregungsmöglichkeiten in Molekülen

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes WiSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des I. Physikalisches Instituts

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden.

Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 17
---	------------	----------------------	-------

07-BP-09	<b>Theoretische Physik I – Analytische Mechanik und Quantenmechanik</b>	9 CP
	<b>Theoretical Physics I – Mechanics and Quantum Mechanics</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik	3. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2023/24	
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– können Probleme der Mechanik mittels Lagrange- und Hamilton-Gleichungen beschreiben und lösen,</li> <li>– beherrschen die mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik,</li> <li>– können die Prinzipien der Quantenmechanik anwenden,</li> <li>– verstehen die nicht-deterministische Natur des Messprozesses und die Unschärferelation,</li> <li>– beherrschen die Quantisierung von harmonischem Oszillator und Drehimpuls,</li> <li>– können einfache Probleme der Einteilchen-Quantenmechanik mathematisch formulieren und lösen.</li> </ul>		
<p><b>Inhalte:</b> Lagrange- und Hamiltonformalismus, Poissonklammern, Quantisierung klassischer Systeme, hermitesche Operatoren als Observable, Eigenwerte als Messergebnisse, Eigenzustände, Unschärferelation, Schrödingergleichung, stationäre und allgemeine zeitabhängige quantenmechanische Zustände, Bindungs- und Streuzustände in Einteilchenpotentialen, harmonischer Oszillator, Drehimpulsquantisierung, Wasserstoffatom, Stern-Gerlach-Experiment und Spin, Drehimpulskopplung, Zeemann- und Stark-Effekt, Teilchen im elektromagnetischen Feld, Pauli-Gleichung</p>		
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes WiSe, 1 Semester		
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik		
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik		
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine		
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Klausur (120-180 min)
- Wiederholungsprüfung: Klausur (120-180 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

07-BP-10	<b>Grundpraktikum Physik II</b>		3 CP
	<b>Physics Laboratory Course II</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / II. Physikalisches Institut		3. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2023/24		
<p><b>Qualifikationsziele:</b>                  Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kenntnisse über die grundlegenden Messgeräte und Messtechniken erlangen,</li> <li>– die Fähigkeit besitzen, grundlegende Fragestellungen zu Themen der Vorlesung Experimentalphysik II-V (Elektromagnetismus, Atom-, Kern- und Festkörperphysik) in Experimenten zu untersuchen, die Experimente aufzubauen und durchzuführen, zu analysieren und klar und nachvollziehbar in Protokollen darzustellen,</li> <li>– die Fähigkeit besitzen, Messfehler zu erkennen, zu analysieren, sowie Verbesserungen vorzuschlagen,</li> <li>– die Grundlagen dieser Experimente aus der Literatur erarbeiten,</li> <li>– experimentelle Aufgaben im Team lösen können,</li> <li>– experimentelle Ergebnisse darstellen können.</li> </ul>			
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Experimente zu Themen der Vorlesungen Experimentalphysik II-V (Elektromagnetismus, Atom-, Kern- und Festkörperphysik)</li> <li>– Statistische, systematische Fehler</li> <li>– Darstellung von Ergebnissen in Diagrammen</li> <li>– Computergestützte Auswertung mit Excel, Origin o.ä.</li> </ul>			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes WiSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des II. Physikalisches Instituts			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik, B.Sc. Angewandte Physik, L3 Physik, Nebenfach: Mathematik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Praktikum	30	60	
Summe:	90		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> Bestehen der mündlichen Abfrage der Grundlagen zu jedem Versuch (5-10), alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt			

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: 5-10 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Die genaue Anzahl der Versuchsauswertungen sowie deren Abgabefristen werden in der Praktikumsvorbesprechung bekanntgegeben.
- Wiederholungsprüfungen: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen
- Bildung der Modulnote: Ohne Benotung

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 21
---	------------	----------------------	-------

07-BP-11	<b>Analysis I</b>		9 CP
	<b>Analysis I</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Mathematik / Mathematisches Institut		1./3. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23		
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden sollen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– den Übergang von der Schule zur Universität bewältigt haben.</li> <li>– mit logischem Denken und strengen Beweisen vertraut sein.</li> <li>– die Grundlagen der Differential- und Integralrechnung einer Variablen beherrschen.</li> </ul>			
<b>Inhalte:</b> Grundlagen, Zahlensysteme, eindimensionale Differential- und Integralrechnung, insbesondere Potenzreihen, elementare Funktionen, Taylorscher Satz, Hauptsatz und Rechenregeln der Differential- und Integralrechnung.			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes WiSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Mathematischen Instituts			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	60	90	
Übung	30	90	
Summe:	270		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.			
<b>Modulprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prüfungsform: Klausur (90-180 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung</li> <li>– Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson</li> </ul>			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 22
---	------------	----------------------	-------

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 23
---	------------	----------------------	-------

07-BP-12	<b>Experimentalphysik IV – Festkörperphysik</b>	9 CP
	<b>Experimental Physics IV –Solid-State Physics</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- die grundlegenden Konzepte der Festkörperphysik kennen und anwenden können,
- die damit verbundenen mathematischen Methoden beherrschen,
- mit den in der Festkörperphysik verwendeten Größen sowohl qualitativ als auch quantitativ umgehen und argumentieren können,
- Erfahrungen in der Berechnung charakteristischer Größen anhand aktueller Beispiele besitzen.

**Inhalte:**

- Struktur des Festkörpers: Kristallstrukturen, amorphe Festkörper, Strukturuntersuchung mit Röntgenlicht / Neutronen / Elektronen, reziprokes Gitter
- Dynamik des Kristallgitters: Gitterschwingungen, Dispersionsrelation, Phononen, phononische Zustandsdichte, Boltzmann-Statistik, Temperaturabhängigkeit der Wärmekapazität, Debye-Waller-Faktor, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit
- Elektronen im Festkörper: Freies Elektronengas, elektronische Zustandsdichte, Fermistatistik, Blochwellen, Bandstruktur, Fermiflächen, Tight-binding, Leitfähigkeit, Boltzmann-Transportgleichung, Metall/Halbleiter/Isolator, Löcherkonzept
- Dielektrische Eigenschaften: Frequenzabhängigkeit der dielektrischen Funktion
- Magnetismus: Dia-/Paramagnetismus, Ferromagnetismus, Molekularfeldnäherung
- Supraleitung: Cooper-Paare, London-Gleichungen, Josephson-Effekte
- Besonderheiten niedrigdimensionaler Systeme

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes SoSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik oder des I. Physikalischen Instituts

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet

werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 25
---	------------	----------------------	-------

07-BP-13	<b>Theoretische Physik II – Elektrodynamik</b>		9 CP
	<b>Theoretical Physics II – Electrodynamics</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik		4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024		
<p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vertiefen die mathematischen Grundlagen von Vektorfeldern in der Physik und wenden diese an,</li> <li>– erlernen die Prinzipien der klassischen Elektrodynamik und der klassischen Feldtheorie,</li> <li>– beherrschen die Kovarianz der Maxwell-Gleichungen und die kovariante Formulierung der Elektrodynamik,</li> <li>– verstehen Strahlungsausbreitung und die Propagation von Feldern im Vakuum und in Medien</li> <li>– können physikalische Probleme der klassischen Elektrodynamik mathematisch formulieren und lösen.</li> </ul>			
<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Mathematische Grundlagen:</i> Differential- und Integralrechnung mit Feldern, Integralsätze, partielle Differentialgleichungen, Wellengleichung und Fourieranalyse, Kontinuitätsgleichung, kovariante Formulierung,</p> <p><i>Elektro- und Magnetostatik:</i> Randwertprobleme, Statik und Dynamik von geladenen Massenpunkten und kontinuierlichen Ladungs- und Stromverteilungen, Multipolentwicklung, Maxwell-Gleichungen,</p> <p><i>Elektromagnetische Felder im Vakuum:</i> Strahlungsphänomene, Kovarianz der Maxwell Gleichungen, <i>Propagation von Wellen im Medium</i>, Polarisation, Ferro-, Para-, Dia-Magnetismus, Verhalten elektromagnetischer Felder an Grenzflächen, komplexer Brechungsindex.</p>			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes SoSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	60	90	
Übung	30	90	
Summe:	270		

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Klausur (120-180 min)
- Wiederholungsprüfung: Klausur (120-180 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 27
---	------------	----------------------	-------

07-BP-14	<b>Analysis II für Physikstudierende</b>		6 CP
	<b>Mathematics for physicists II</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Mathematik / Mathematisches Institut		2./4. Fachsemester
	erstmalig angeboten im Sommersemester 2023		
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden beherrschen für die Physik wichtige Teile der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung sowie der Funktionentheorie.			
<b>Inhalte:</b> Differential- und Integralrechnung mehrerer Variabler, Taylor-Entwicklung, Extrema mit Nebenbedingungen, Kurvenintegral, Transformationssatz für Integrale, Oberflächenintegral, Grundbegriffe der Funktionentheorie			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes SoSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Mathematischen Instituts			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	45	60	
Übung	15	60	
Summe:	180		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.			
<b>Modulprüfung:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prüfungsform: Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson</li> <li>– Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson</li> </ul>			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 28
---	------------	----------------------	-------

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 29
---	------------	----------------------	-------

07-BP-15	<b>Messtechnik und EDV</b>	6 CP
	<b>Data Acquisition and Processing</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Angewandte Physik	4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- das Grundwissen der analogen und digitalen Messtechnik besitzen,
- die Kette von der Messung (mittels Sensorik) über die Signalerfassung und -verarbeitung bis zur Datenvisualisierung beherrschen,
- den Umgang mit moderner Computer-Hard- und -Software für spezielle messtechnische Aufgaben beherrschen,
- die Anwendung der für Materialforschung wichtigen Datenbanken erlernen und den Datenaustausch in vernetzten Systemen bei neuartigen Fragestellungen nutzen können.

**Inhalte:**

Grundlegende Messtechnik:

- analoge Messtechnik (Messbrücken, Messverstärker)
- Grundlagen der Sensorik unterschiedlicher physikalischer Wirkprinzipien
- Mess- und regelungstechnische Grundschaltungen zur Bestimmung verschiedener physikalischer Messgrößen (Messumformer, Frequenz- und Impulsweitenmessung, Regelkreise)
- Methoden zur Rauschunterdrückung (Filter- und Korrelationsverfahren, Lock-in-Messtechnik)
- Aufbau digitaler Messanordnungen (AD/DA-Wandler, Schnittstellen, Datenkonvertierung u. Speichersysteme)

Materialorientierte Messtechnik:

- z.B. Impedanzspektroskopie
- hochauflösende Rastersondenmikroskopie-Verfahren zur Charakterisierung von Materialien (z.B. Rasterkraft-mikroskopie zur Oberflächenabbildung, Einsatz von Bildverarbeitung u. Verwendung digitaler Filtertechniken)

EDV:

- Programmierung einer Messaufgabe (Gerätesteuerung) und Datenerfassung im Experiment mittels Software (z.B. Labview)
- Datenanalyse, -visualisierung und -modellierung (z.B. Origin/ Mathematica/ Maple)
- Datenaustausch und -beschaffung (Datenbanken, Internet)

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes SoSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	15	15
Praktikum	75	75
Summe:	180	

**Prüfungsvorleistungen:** Bestehen der mündlichen Abfrage (15-30 min.) der Grundlagen zu jedem Versuch (8-12), alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: 8-12 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Die genaue Anzahl der Versuchsauswertungen sowie deren Abgabefristen werden in der Praktikumsvorbesprechung bekanntgegeben.
- Wiederholungsprüfungen: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen
- Bildung der Modulnote: Ohne Benotung

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 31
---	------------	----------------------	-------

07-BP-16	<b>Experimentalphysik V – Kern-, Teilchen- und Astrophysik</b>	9 CP
	<b>Experimental Physics V –Nuclear-, Particle-, and Astrophysics</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / II. Physikalisches Institut	5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene, Prinzipien und Anwendungen der Kern-, Teilchen- und Astrophysik besitzen,
- den Aufbau und die Methodik wichtiger Experimente beschreiben,
- Zusammenhänge zwischen den physikalischen Experimenten und den entsprechenden mathematischen Formulierungen erkennen,
- die zugrundeliegenden physikalischen Probleme mathematisch formulieren und mindestens näherungsweise selbstständig lösen können.

**Inhalte:**

- Mehrelektronensysteme
- Wechselwirkung von Teilchen mit Materie
- fundamentale Teilchen und Wechselwirkungen
- Symmetrien und Erhaltungssätze
- Kernmodelle, -reaktionen und -zerfälle
- Radioaktivität und Strahlenschutz
- Elementsynthese und Energieproduktion in Sternen

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes WiSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des II. Physikalischen Instituts

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Angewandte Physik

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 32
---	------------	----------------------	-------

gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 33
---	------------	----------------------	-------

07-BP-17	<b>Theoretische Physik III – Theorie der Thermodynamik</b>	9 CP
	<b>Theoretical Physics III – Theoretical Thermodynamics</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik	5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden:

- erlangen ein Verständnis der Klassifikation von physikalischen Systemen,
- können anschauliche Interpretationen der Zustandsgrößen wie Entropie, Temperatur, chemisches Potential und Druck sowie der thermodynamischen Potentiale und des thermodynamischen Gleichgewichts geben,
- kennen die Hauptsätze der Thermodynamik und deren Anwendung auf realen Systemen,
- erlangen Einsicht in Maxwell-Relationen, Phasenübergänge, Phasendiagramme von Materie und kritische Phänomene,
- verstehen die Einstellung des kinetischen und chemischen Gleichgewichts im Rahmen der Boltzmann-Näherung,
- beherrschen die Herleitung thermodynamischer Größen mithilfe der statistischen Mechanik und der Quantenstatistik für die phänomenologische Beschreibung von Vielteilchensystemen.

**Inhalte:**

Charakterisierung physikalischer Gesamtheiten, Begriff der Entropie, extensive und intensive Zustandsgrößen, Zustandsgleichungen, Kreisprozesse und thermodynamische Hauptsätze, Thermodynamische Potentiale, Maxwell-Relationen Mathematische Grundlagen der Statistischen Physik, Mikro und Makrozustände, statistische Ensemble Fluktuation und Dissipation, Suszeptibilitäten, Phasengleichgewichte und Phasendiagramme, Phasenübergänge und kritische Phänomene, Quantenstatistik, ideales Fermi- und Bose-Gas, Boltzmann Gleichung.

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes WiSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik

**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 34
---	------------	----------------------	-------

Summe:	270
--------	-----

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Klausur (120-180 min)
- Wiederholungsprüfung: Klausur (je 120-180 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 35
---	------------	----------------------	-------

07-BP-18	<b>Fortgeschrittenenpraktikum</b>	8 CP
	<b>Advanced Physics Laboratory</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	5. und 6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- sich in eine experimentell zu bearbeitende Aufgabe anhand der Literatur einarbeiten,
- im Team ein fortgeschrittenes Projekt theoretisch und experimentell bearbeiten,
- das Projekt in der Planung und der Durchführung erläutern,
- Aufgabenstellung, Theorie und Ergebnisse als geschlossenen Bericht darstellen.

**Inhalte:**

Die Studierenden sollen insgesamt 8 Versuche aus den Teilgebieten

- Festkörperphysik
- Oberflächenphysik
- Kern- und Teilchenphysik
- Angewandte Physik

durchführen. Idealerweise werden aus jedem Teilgebiet zwei Versuche durchgeführt; jedes Teilgebiet muss jedoch mit mindestens einem Versuch abgedeckt werden.

An Stelle vier der acht Praktikumsversuche kann einmalig ein Projektpraktikum in einer der experimentell arbeitenden Gruppen des Fachgebiets Physik durchgeführt werden.

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes Semester, 2 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des I. Physikalischen Instituts

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Angewandte Physik, L3 Physik

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Praktikum	64	176
Summe:	240	

**Prüfungsvorleistungen:** Bestehen der mündlichen Abfrage der Grundlagen zu jedem Versuch (5-8), alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: 5-8 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Die genaue Anzahl der Versuchsauswertungen sowie deren Abgabefristen werden in der Praktikumsvorbesprechung bekanntgegeben.
- Wiederholungsprüfungen: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen
- Bildung der Modulnote: Ohne Benotung

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 37
---	------------	----------------------	-------

07-BP-19	<b>Wissenschaftliches Präsentieren</b>		4 CP
	<b>Scientific presentation</b>		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik; ZfBK		5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25		
<p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Physik benennen und beschreiben können,</li> <li>– sich in ein spezielles Thema vertieft anhand von Literatur einarbeiten und dieses in einem Vortrag vorstellen können,</li> <li>– grundlegende Kommunikationsaspekte und Voraussetzungen für ein professionelles, kompetent vorgetragenes Referat benennen, zuordnen und diese anhand von selbstreflektierenden rhetorischen Übungen in die Praxis umsetzen können,</li> <li>– Feedbackregeln anwenden und Feedback anhand eines detaillierten Kriterienkatalogs konstruktiv geben können,</li> <li>– ihre Vortragsweise insgesamt optimieren können.</li> </ul>			
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aktuelle Themen der an der JLU untersuchten Forschungsthemen der Physik</li> <li>– Überblick grundlegender Kommunikationsregeln</li> <li>– Redetypen</li> <li>– Vortragskriterien aus Sicht des Senders und des Hörers</li> <li>– Vorbereitung, Aufbau und Herangehensweise eines Referats</li> <li>– Feedback</li> <li>– Präsentation zweier Referate (mit Kameraaufzeichnung)</li> <li>– Übungen zur Selbst- und Fremdwahrnehmung</li> </ul>			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> Jedes WiSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Seminar	30	90	
Summe:	120		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> Regelmäßige Teilnahme am Seminar (maximal 2 Termine dürfen unentschuldigt versäumt werden)			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 38
---	------------	----------------------	-------

**Modulprüfung:**

Prüfungsform: Vortrag im Seminar (30-60 min)

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 39
---	------------	----------------------	-------

07-BP-20	<b>Übergreifende Zusammenhänge der Experimentalphysik</b>		3 CP
	Comprehensive Interrelations in Experimental Physics		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik		6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2025		
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden sollen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– einen Überblick über die Inhalte der Experimentalphysik besitzen</li> <li>– Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Gebieten der Experimentalphysik erlernen.</li> </ul>			
<b>Inhalte:</b> Inhalte und physikalische Zusammenhänge der Module Experimentalphysik I-V <ul style="list-style-type: none"> <li>– Klassische Physik: Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Thermodynamik</li> <li>– Moderne Physik: Spezielle Relativitätstheorie, Quantenphänomene, Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik, Subatomare Physik</li> </ul>			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Bestehen der Module Experimentalphysik I-V			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Beratungsgespräch	2	88	
Summe:	90		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> keine			
<b>Modulprüfung:</b> mündliche Prüfung (30-60 min)			
<b>Unterrichts- und Prüfungssprache:</b> Deutsch			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 40
---	------------	----------------------	-------

07-BP-21	<b>Übergreifende Zusammenhänge der Theoretischen Physik</b>		3 CP
	Comprehensive Interrelations in Theoretical Physics		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik		6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2025		
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Besitzen einen Überblick über die Inhalte der theoretischen Physik in verschiedenen Gebieten,</li> <li>– Können Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Gebieten der theoretischen Physik aufzeigen,</li> <li>– verstehen komplexe Zusammenhänge in der theoretischen Physik und arbeiten diese in Teams heraus.</li> </ul>			
<b>Inhalte:</b> Inhalte und physikalische Zusammenhänge der Module Theoretische Physik I-III und deren Zusammenhänge			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Bestehen der Module Theoretische Physik I-III			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Beratungsgespräch	2	88	
Summe:	90		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> keine			
<b>Modulprüfung:</b> mündliche Prüfung (30-60 min)			
<b>Unterrichts- und Prüfungssprache:</b> Deutsch			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 41
---	------------	----------------------	-------

07-BP-22	<b>Studienprojekt</b>	6 CP
	<b>Research Project</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2025	
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden sollen anhand einer abgeschlossenen Aufgabenstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Methoden eines Spezialgebietes erprobt und ihre Kenntnisse und Fähigkeiten darin in Teamarbeit vertieft haben,</li> <li>– die Fähigkeit zur Literaturrecherche und zur wissenschaftlichen Diskussion erweitert haben,</li> <li>– die Anwendung multimedialer Präsentationstechniken unter Berücksichtigung didaktischer Gesichtspunkte vertieft haben.</li> </ul>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sichtung der Literatur</li> <li>– Erstellen und Umsetzung eines Arbeitsprogramms</li> <li>– Diskussion und Präsentation der Ergebnisse</li> <li>– Formulierung regelmäßiger Zwischenberichte und eines Abschlussberichts</li> </ul>		
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes Semester, 1 Semester		
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik		
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik		
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Alle Pflichtmodule des 1. bis 3. Semesters bestanden.		
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	
Arbeitsprogramm aufstellen, Diskussion	20	
Praktische Ausführung des Arbeitsprogramms mit Aufarbeitung der Ergebnisse	160	
Summe:	180	
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> keine		
<b>Modulprüfung:</b> Vortrag (15 - 30 min)		
<b>Unterrichts- und Prüfungssprache:</b> Deutsch		

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 42
---	------------	----------------------	-------

07-BP-23	<b>Bachelorthesis</b>	12 CP
	<b>Bachelor Thesis</b>	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2025	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen die Fähigkeit besitzen, anhand einer konkreten Aufgabenstellung wissenschaftliche Methoden bei der Lösung anzuwenden, ihre Ergebnisse als wissenschaftliche Arbeit zu präsentieren und zu verteidigen.

**Inhalte:**

- Erarbeitung der Mess- und Auswertemethoden bzw. der theoretischen Lösungsverfahren
- Durchführung und Auswertung bzw. numerische Rechnungen
- Diskussion der Ergebnisse und graphische Darstellung
- Erstellen der Thesis-Schrift

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes Semester, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik

**Teilnahmevoraussetzungen:** Alle Pflichtmodule des 1. bis 4. Semesters bestanden.

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Arbeitsplan aufstellen, Diskussion	20	
Praktische Ausführung des Arbeitsplans mit Aufarbeitung der Ergebnisse	340	
Summe:	360	

**Prüfungsvorleistungen:** keine

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: Thesis, Umfang: 30-60 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Umfang des Kolloquiums zur Verteidigung der Thesis gem. § 21 (1) AllB: 15-30 Minuten.
- Wiederholungsprüfung: Wiederholung des Moduls

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 43
---	------------	----------------------	-------

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Grundsätzlich Deutsch; auf Antrag gem. § 21 Abs. 3 S. 2 AllB auch andere Sprache

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 44
---	------------	----------------------	-------

07-BP-WPF1	<b>Quantenoptik und Laserspektroskopie</b>	6 CP
	<b>Quantum Optics and Laser Spectroscopy</b>	
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / I. Physikalisches Institut	ab 4. Fachsemester
	erstmalig angeboten im Sommersemester 2024	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- Verschiedene Konzepte zur Erzeugung von Lichtimpulsen verstehen,
- fundamentale Rauscheigenschaften von Licht identifizieren und geeignete Kontrollmechanismen angeben können,
- die Entstehung und Eigenschaften von Lichtstrahlen diskutieren können,
- Effekte der nichtlinearen Optik und die experimentellen Methoden zu deren Visualisierung und Implementierung kennen.

**Inhalte:**

Erzeugung kurzer und ultrakurzer Lichtimpulse: u.a. Güteschalten und Modenkopplung (aktiv und passiv), Photonenstatistik und nichtklassisches Licht: u.a. Schrotrauschen und Photonenkorrelationen, Mikromaser, Gaußsche Strahlen und Laserresonatoren: u.a. optische Moden und Bessel-Strahlen, Nichtlineare Optik: u.a. Frequenzverdopplung und Phasenanpassung, Methoden der Laserspektroskopie (u.a. spektrales Lochbrennen, dopplerfreie Spektroskopie, Pump-Probe, Vier-Wellenmischen)

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes SoSe oder WiSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des I. Physikalisches Instituts

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	45	90
Übung	15	30
Summe:	180	

**Prüfungsvorleistungen:** keine

**Modulprüfung:** Klausur (60-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 45
---	------------	----------------------	-------

07-BP-WPF2	<b>Quantenstrukturen</b>		6 CP
	Quantum Structures		
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Angewandte Physik		ab 4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024		
<p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Herstellungsmethoden von Strukturen, die mindestens in einer Dimension auf Grund ihrer Größe klar quantisierte Eigenschaften aufweisen, kennen,</li> <li>– physikalische Eigenschaften solcher Strukturen quantitativ beschreiben können,</li> <li>– Anwendungen dieser Strukturen kennen und ausgestalten können.</li> </ul>			
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Quantisierung in 1D-, 2D- und 3D-Systemen, „bottom-up“ Methoden zur Herstellung periodischer quantisierter Strukturen (z.B. nanopartikuläre Halbleiter, 2D-Materialien wie Graphen, Allotrope und Nanobänder, supramolekulare Strukturen) und deren physikalische Eigenschaften, Methoden zur Herstellung von individuell auf atomarer und molekularer Skala gestalteten Strukturen (z.B. Rastersondenmethoden, „break junctions“), physikalische Eigenschaften dieser Strukturen (z.B. Quantum Corral), Elektronik auf molekularer Skala (z.B. atomare und molekulare Drähte, Einzelmolekül-Dioden und Transistoren), quantenstrukturbasierte Logik</p>			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes SoSe oder WiSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	30	30	
Seminar	10	30	
Praktikum	20	60	
Summe:	180		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> von Betreuer oder Betreuerin angenommener schriftlicher Bericht zum Praktikum			

**Modulprüfung:**

- Prüfungsform: mündliche Prüfung (30-45 min) oder Klausur (60 – 120 min) oder Projekt mit Bericht (10-20 Seiten), nach Entscheidung durch die Lehrperson, zu den Themen von Vorlesung, Seminar und Praktikum
- Wiederholungsprüfungen: mündliche Prüfung (30-45 min)

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 47
---	------------	----------------------	-------

07-BP-WPF3	<b>Dünne Schichten und Oberflächen</b>	6 CP
	Thin Films and Surfaces	
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Angewandte Physik	5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen:

- mit grundlegenden Modellvorstellungen zu Oberflächen von Festkörpern vertraut sein,
- Arbeitstechniken der Oberflächenmodifikation, Dünnschichtpräparation und -charakterisierung kennen,
- in der Lage sein, dünne Filme an ausgewählten Beispielen zu präparieren und deren Eigenschaften zu vermessen und zu interpretieren.

**Inhalte:**

Eigenschaften von reinen und adsorbatbedeckten, amorphen und kristallinen Festkörperoberflächen, Dünnschichtpräparation, Schichtcharakterisierung, anwendungsrelevante Beispiele

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes WiSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen

**Teilnahmevoraussetzungen:** keine

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	15	15
Praktikum	90	60
Summe:	180	

**Prüfungsvorleistungen:** von Betreuer oder Betreuerin angenommener schriftlicher Bericht zum Praktikum

**Modulprüfung:**

Klausur (60-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 48
---	------------	----------------------	-------

07-BP-WPF4	<b>Grundlagen der Mikro- und Nanostrukturierung</b>		6 CP
	Fundamentals of Micro- and Nanostructuring		
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / I. Physikalisches Institut		4. Fachsemester
	erstmals angeboten im SoSe 2023		
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>– kennen grundlegende Methoden und Materialien der Mikro- und Nanostrukturierung (Planartechnologie),</li> <li>– haben ein Verständnis für notwendige Infrastrukturtechnologien (Reinraumtechnik),</li> <li>– sind in der Lage, mikrotechnische und (top-down-) nanotechnologische Bauelemententwürfe hinsichtlich ihrer fertigungstechnischen Realisierbarkeit zu bewerten,</li> <li>– sind imstande, einfache Prozessflows zu konzipieren und die dazu nötigen CAD-Daten zu erstellen.</li> </ul>			
<b>Inhalte:</b> Fotolithografie, Elektronenstrahlithografie; Strukturübertragung: Nass- und Trockenätzen; CAD: Dateiformate, Werkzeuge; Mess- und Charakterisierungsverfahren der Mikrotechnik; Mikroskopie; Reinraumtechnik und Verhalten im Reinraum; ausgewählte Anwendungen der Mikro-/Nanotechnik.			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes SoSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des I. Physikalisches Instituts			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	30	60	
Übung	20	70	
Summe:	180		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> Herstellung einer Mikro- oder Nanostruktur und Dokumentation			
<b>Modulprüfung:</b> Klausur (30-60 min) oder mündliche Prüfung (15-30 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson			
<b>Unterrichts- und Prüfungssprache:</b> Deutsch oder Englisch, nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 49
---	------------	----------------------	-------

07-BP-WPF5	<b>Grundlagen der Quanteninformation</b>	6 CP
	<b>Foundations of Quantum Information</b>	
Wahlpflichtmodul	FB07 / Institut für Theoretische Physik	5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden sollen

- die quantenmechanischen Grundlagen der Quanteninformation verstehen,
- die Funktionsweise und den Aufbau eines Quantencomputers inclusive QBits kennen und verstehen,
- die Vorteile der Nutzung von Superposition und Verschränkung kennen.

**Inhalte:**

CBits und Qbits, reversible Operationen, Superposition und Verschränkung, Quanten-Gate-Arrays und Messgates, Bornsche Regel, Deuschs Problem, Shor-Faktorisierung, Kryptographie, Grovers Suchalgorithmus, Quantenfehlerkorrektur, Bell- und Greenberger-Horne-Zeiliger-Zustände, Quantenkryptographie

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes WiSe, 1 Semester

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik

**Verwendbar in folgenden Studiengängen:** B.Sc. und M.Sc. Data Science, B.Sc. und M.Sc. Physik, B.Sc. und M.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. und M.Sc. Angewandte Physik

**Teilnahmevoraussetzungen:** empfohlen: Grundlagen der Quantenmechanik

<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	45	60
Übung	15	60
Summe:	180	

**Prüfungsvorleistungen:** 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

**Modulprüfung:**

Klausur (60-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 50
---	------------	----------------------	-------

**Unterrichts- und Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 51
---	------------	----------------------	-------

07-BP-WPF6	<b>Kernphysikalische Messmethoden in Medizin und Technik</b>		8 CP
	<b>Nuclear Physics in Medicine and Technology</b>		
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / II. Physikalisches Institut		5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25		
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene und Prinzipien der Kernphysik besitzen,</li> <li>– die elementaren Wechselwirkungen von Teilchen und Photonen in Materie kennen,</li> <li>– über Grundkenntnisse über Detektorprinzipien und grundlegende Messgeräte verfügen,</li> <li>– die Fähigkeit besitzen, Grundlagen der Messtechnik und Anwendungsbeispiele aus der Literatur zu erarbeiten,</li> <li>– experimentelle Aufgaben im Team lösen können,</li> <li>– Messresultate analysieren und darstellen können.</li> </ul>			
<p><b>Inhalte:</b> Wechselwirkung von geladenen und neutralen Teilchen in Materie; Absorption von nieder- und hochenergetischen Photonen; Detektorsysteme zur Orts, Zeit und Energiemessung von Teilchen und Photonen; Koinzidententechnik; Prinzipien von Gas-, Halbleiter- und Szintillations-Detektoren; Ausleseelektronik und Datenerfassungssysteme; Grundlagen der Röntgendiagnose; Tomographie; Szintigraphie; Strahlentherapie; Elementanalyse in Technik und Umwelt</p>			
<b>Angebotsrhythmus und Dauer:</b> jedes WiSe, 1 Semester			
<b>Modulverantwortliche Professur oder Stelle:</b> Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des II. Physikalisches Instituts			
<b>Verwendbar in folgenden Studiengängen:</b> B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, B.Sc. Angewandte Physik			
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>Veranstaltung:</b>	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	30	30	
Praktikum	90	60	
Seminar	6	24	
Summe:	240		
<b>Prüfungsvorleistungen:</b> Alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt und alle Versuchsauswertungen mit bestanden bewertet (Praktikum).			

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 52
---	------------	----------------------	-------

<b>Modulprüfung:</b> Mündliche Prüfung (30-45 min)
<b>Unterrichts- und Prüfungssprache:</b> Deutsch

Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik Gemeinsame Anlage 2: Modulbeschreibungen In der Fassung des Beschlusses vom 16.02.2022	29.06.2022	<b>7.35.07 Nr. 2</b>	S. 53
---	------------	----------------------	-------

07-BP-WPF	<b>Wahlpflichtfachbereich I – III</b>	Insgesamt 21 CP
	<b>Compulsory Elective Module I - III</b>	
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik	1.-5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23	

**Qualifikationsziele:**

Der Wahlpflichtbereich dient der Vertiefung bzw. Spezialisierung der fachlichen Kompetenzen in den für die Physik relevanten naturwissenschaftlichen Fachgebieten oder der Erlangung außerfachlicher Kompetenzen bzw. Schwerpunkte als Vorbereitung auf die spätere berufliche Tätigkeit.

Es werden verschiedene Nebenfachkombinationen aus Spezialveranstaltungen einerseits aus der Physik und den Materialwissenschaften, der Chemie oder der Mathematik empfohlen. Andererseits können auch Kompetenzen aus der Data Science, den Lebenswissenschaften, oder den Wirtschaftswissenschaften (Schwerpunkte BWL und Ökonomie) erworben werden.

Durch die weitgehende Wahlfreiheit lernen die Studierenden, aktiv gestaltend auf die eigene Profilbildung einzuwirken.

**Inhalte:**

Module, die der Erlangung der o.g. Qualifikationsziele dienen, können, neben den in dieser Anlage angegebenen Wahlpflichtmodulen, aus der unten aufgeführten Liste von Blöcken von Wahlpflichtmodulen frei gewählt werden. Die erforderlichen 21 CP werden auf mehrere Module verteilt. Weitere Module, insbesondere AfK-Module bis zu einem Gesamtumfang von 6 CP, sind auf Antrag möglich. In Zweifelsfällen sollte die/der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kontaktiert werden.

**Angebotsrhythmus und Dauer:** jedes SoSe und WiSe, abhängig von dem jeweils gewählten Modul

**Modulverantwortliche Professur oder Stelle:** siehe Modulbeschreibung des jeweils gewählten Moduls

**Auswahl an möglichen Wahlpflichtmodulen:**

FB	Fach	Modulcode	Titel	CP	
02	Paketangebote nach Nebenfachordnung				
	BWL	<b>Kleines Nebenfach „Betriebswirtschaftslehre“ (3 von 4 Modulen)</b>			<b>18</b>
		02-Wiwi:Nf/B-BWL-1	Management I (Nebenfach)		6
		02-Wiwi:Nf/B-BWL-2	Management II (Nebenfach)		6
		02-Wiwi:Nf/B-BWL-3	Accounting (Nebenfach)		6
		02-Wiwi:Nf/B-BWL-4	Finance (Nebenfach)		6
	VWL	<b>Kleines Nebenfach „Ökonomie“ (3 von 4 Modulen)</b>			<b>18</b>
		02-Wiwi:Nf/B-BWL-1	Management I (Nebenfach)		6
		02-Wiwi:Nf/B-VWL-1	Einf. in die VWL / Mikroökonomie für Nebenfachstudierende.		6
		02-Wiwi:Nf/B-VWL-4	Makroökonomie I (Nebenfach)		6
07	Angewandte Physik	07-BAP-WPF1	Elektrotechnik	6	
	Data Science	07-BDS-04	Grundlagen der Programmierung mit Python		6
		07-BDS-10	Ringvorlesung Data Science		3
		07-BDS-12	Datenbanksysteme		9
		07-BDS-13	Künstliche Intelligenz I		9
		07-BDS-14	Grundlagen der Datenanalyse mit R		6
		07-BDS-15	Objektorientierte Programmierung für Data Science		9
		07-BDS-16	Künstliche Intelligenz II		9
		07-BDS-18	Wissenschaftliches Programmieren und Datenanalyse		9
	Mathe- matik	07-M/BA-Sto2	Stochastik 2		9
		07-M/BA-Num1	Numerische Mathematik 1		9
		07-M/BA-Num2	Numerische Mathematik 2		9
		07-M/BA-MApp	Mehrdimensionale Approximationstheorie		9
		07-M/BA-Wav	Wavelets		9
		07-M/BA-DM	Diskrete Mathematik 1		9
		07-M/BA-Opt	Optimierung		9
		07-M/BA-FinEl	Methoden der finiten Elemente		9
		07-M/BA-Alg	Algebra		9
		07-M/BA-Ana3	Analysis 3		9
07-M/BA-Gru		Gruppentheorie		9	

		07-M/BA-MathStat	Mathematische Statistik	9
	Informatik	07-I-AF-VSY	Verteilte Systeme	4
		07-I-BA-WEB	Web-Programmierung	4
		07-I-AF-BSY	Betriebssysteme	4
		07-Inf-L3-P-03	Praktische Einführung in Betriebssysteme und Rechnernetze - Proseminar	6
		07-Inf-L3-P-01	Grundlagen der Informatik I	9
		07-Inf-L3-P-02	Grundlagen der Informatik II	9
		07-Inf-L3-P-03	Praktische Einführung in Betriebssysteme und Rechnernetze - Proseminar	6
		07-Inf-L3-P-04	Grundlagen der Informatik III	6
		07-Inf-L3-P-11	Automatentheorie und Formale Sprachen	8
		07-Inf-L3-P-15	Praktische Softwaretechnik – Aspekte der Informatik	8
		07-I-MA-MDI	Methoden der Informatik	8
		07-Inf-L3-WP-13	Methodik des Softwareentwurfs	6
		07-Inf-L3-WP-14	Semantik von Programmiersprachen	6
08		Nach Nebenfachordnung FB 08		
	Chemie	NC 1	Allgemeine Chemie	6
		NC 3	Chemisches Praktikum	6