

Bereichsgegliedertes Modulhandbuch  
für das Studienfach

# Physik

als Bachelor-Nebenfach  
(Erwerb von 60 ECTS-Punkten)

Prüfungsordnungsversion: 2020  
verantwortlich: Fakultät für Physik und Astronomie

## Qualifikationsziele / Kompetenzen

Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums verfügen die Absolventinnen und Absolventen über die folgenden Kompetenzen:

- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen Abstraktionsvermögen, analytisches Denken und die Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu strukturieren.
- Sie verstehen die Grundlagen und Zusammenhänge der Physik.
- Sie verfügen über Grundkenntnisse der der Physik sowie Einblicke in die theoretischen und experimentellen Methoden zur Erlangung neuer Erkenntnisse.
- Sie verfügen über Grundlagenwissen aus den grundlegenden Teilgebieten der Physik sowie tiefergehende Kenntnisse in mindestens einem Teilgebiet.
- Sie sind in der Lage, sich mit Hilfe von Fachliteratur in neue Aufgabengebiete einzuarbeiten, Lösungswege zu entwickeln und die Ergebnisse zu interpretieren und zu bewerten.

### Wissenschaftliche Befähigung

- Die Absolventinnen und Absolventen verstehen die Grundlagen und Zusammenhänge der Physik.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, physikalische Probleme wissenschaftlich und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis (Dokumentation, Fehleranalyse) zu bearbeiten.
- Die Absolventinnen und Absolventen können unter Anleitung Experimente durchführen, analysieren und die erhaltenen Ergebnisse darstellen und bewerten.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, sich mit Hilfe von Fachliteratur in neue Aufgabengebiete einzuarbeiten, Lösungswege zu entwickeln und die Ergebnisse zu interpretieren und zu bewerten.
- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen Abstraktionsvermögen, analytisches Denken, Problemlösungskompetenz und die Fähigkeit, komplexere Zusammenhänge zu strukturieren.
- Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über das Grundlagenwissen hinaus über tiefergehende Kenntnisse in mindestens einem Teilgebiet der Physik.

### Befähigung zur Aufnahme einer Erwerbstätigkeit

- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, konstruktiv und zielorientiert in einem heterogenen Team zusammenzuarbeiten, unterschiedliche und abweichende Ansichten produktiv zur Zielerreichung zu nutzen und auftretende Konflikte zu lösen (Teamfähigkeit).
- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen Abstraktionsvermögen, analytisches Denken und die Fähigkeit, komplexere Zusammenhänge zu strukturieren.

### Persönlichkeitsentwicklung

- Die Absolventinnen und Absolventen kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und beachten sie.

### Befähigung zum gesellschaftlichen Engagement

- Die Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen bezüglich wirtschaftlicher, gesellschaftlicher, naturwissenschaftlicher, kultureller etc. Fragestellungen erweitert und können begründet Position beziehen.

## Verwendete Abkürzungen

Veranstaltungsarten: **E** = Exkursion, **K** = Kolloquium, **O** = Konversatorium, **P** = Praktikum, **R** = Projekt, **S** = Seminar, **T** = Tutorium, **Ü** = Übung, **V** = Vorlesung

Semester: **SS** = Sommersemester, **WS** = Wintersemester

Bewertungsarten: **NUM** = numerische Notenvergabe, **B/NB** = bestanden / nicht bestanden

Satzungen: **(L)ASPO** = Allgemeine Studien- und Prüfungsordnung (für Lehramtsstudiengänge), **FSB** = Fachspezifische Bestimmungen, **SFB** = Studienfachbeschreibung

Sonstiges: **A** = Abschlussarbeit, **LV** = Lehrveranstaltung(en), **PL** = Prüfungsleistung(en), **TN** = Teilnehmende, **VL** = Vorleistung(en)

## Konventionen

Sofern nichts anderes angegeben ist, ist die Lehrveranstaltungs- und Prüfungssprache Deutsch, der Prüfungsturnus ist semesterweise, es besteht keine Bonusfähigkeit der Prüfungsleistung.

## Anmerkungen

Gibt es eine Auswahl an Prüfungsarten, so legt die Dozentin oder der Dozent in Absprache mit der/dem Modulverantwortlichen spätestens zwei Wochen nach LV-Beginn fest, welche Form für die Erfolgsüberprüfung im aktuellen Semester zutreffend ist und gibt dies ortsüblich bekannt.

Bei mehreren benoteten Prüfungsleistung innerhalb eines Moduls werden diese jeweils gleichgewichtet, sofern nachfolgend nichts anderes angegeben ist.

Besteht die Erfolgsüberprüfung aus mehreren Einzelleistungen, so ist die Prüfung nur bestanden, wenn jede der Einzelleistungen erfolgreich bestanden ist.

## Satzungsbezug

Muttersatzung des hier beschriebenen Studienfachs:

**ASPO2015**

zugehörige amtliche Veröffentlichungen (FSB/SFB):

**22.01.2020 (2020-9)**

Dieses Modulhandbuch versucht die prüfungsordnungsrelevanten Daten des Studienfachs möglichst genau wiederzugeben. Rechtlich verbindlich ist aber nur die offizielle amtliche Veröffentlichung der FSB/SFB. Insbesondere gelten im Zweifelsfall die dort angegebenen Beschreibungen der Modulprüfungen.

## Bereichsgliederung des Studienfachs

Kurzbezeichnung	Modulbezeichnung	ECTS-Punkte	Bewertung	Seite
<b>Pflichtbereich (Erwerb von 40 ECTS-Punkten)</b>				
<b>Klassische Physik (Erwerb von 16 ECTS-Punkten)</b>				
11-E-M-152-m01	Klassische Physik 1 (Mechanik)	8	NUM	19
11-E-E-152-m01	Klassische Physik 2 (Wärmelehre und Elektromagnetismus)	8	NUM	13
<b>Theoretische Physik (Erwerb von 16 ECTS-Punkten)</b>				
11-T-M-152-m01	Theoretische Mechanik	8	NUM	39
11-T-Q-152-m01	Quantenmechanik	8	NUM	41
<b>Physikalisches Praktikum (Erwerb von 8 ECTS-Punkten)</b>				
11-P-BNA-152-m01	Physikalisches Praktikum A (Nebenfach)	2	B/NB	31
11-P-FR1-152-m01	Auswertung von Messungen: Fehlerrechnung	2	B/NB	33
11-P-BNB-152-m01	Physikalisches Praktikum B (Nebenfach)	4	B/NB	32
<b>Wahlpflichtbereich (Erwerb von 20 ECTS-Punkten)</b>				
<b>Modulgruppe Experimentelle Physik</b>				
11-E-O-152-m01	Optik und Wellen	8	NUM	22
11-E-A-152-m01	Atome und Quanten	8	NUM	11
11-E-F-152-m01	Einführung in die Festkörperphysik	8	NUM	16
11-E-T-152-m01	Kern- und Elementarteilchenphysik	6	NUM	24
<b>Modulgruppe Theoretische Physik</b>				
11-T-S-152-m01	Statistische Physik	8	NUM	43
11-T-E-152-m01	Elektrodynamik	8	NUM	37
<b>Modulgruppe Angewandte Physik</b>				
11-CP-152-m01	Computational Physics	6	NUM	9
11-EL-152-m01	Elektronische Schaltungen	6	NUM	18
11-AP-152-m01	Astrophysik	6	NUM	5
11-LMT-152-m01	Labor- und Messtechnik	6	NUM	27
11-N-EIN-152-m01	Einführung in die Nanowissenschaften	7	NUM	30
11-HS-152-m01	Hauptseminar Experimentelle/Theoretische Physik	5	NUM	26
<b>Modulgruppe Rechenmethoden</b>				
11-P-VKM-202-m01	MINT Vorkurs Rechenmethoden der Physik	3	B/NB	35
11-M-MR-202-m01	Mathematische Rechenmethoden Physik	6	B/NB	29
<b>Modulgruppe Aktuelle Themen</b>				
11-BXP8-152-m01	Aktuelle Themen der Physik	8	NUM	8
11-BXP6-152-m01	Aktuelle Themen der Physik	6	NUM	7

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Astrophysik		11-AP-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
Geschichte der Astronomie, Koordinaten und Zeitmessung, das Sonnensystem, Exoplaneten, Astronomische Größenskalen, Teleskope und Detektoren, Sternaufbau und Sternatmosphären, Entwicklung und Endstadien von Sternen, Interstellares Medium, Molekülwolken, Aufbau der Milchstraße, Lokales Universum, Expandierende Raumzeit, Galaxien, Aktive Galaxienkerne, großskalige Strukturen, Kosmologie.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist mit dem modernen Weltbild der Astrophysik vertraut. Er/Sie kennt die Methoden und Geräte, mit denen astrophysikalische Beobachtungen gemacht und ausgewertet werden. Er/Sie ist in der Lage, eigene Beobachtungen unter Anwendung dieser Methoden zu planen und zu interpretieren. Er/Sie ist vertraut mit der Physik und Entwicklung der wichtigsten astrophysikalischen Objekte, wie z.B. Sternen und Galaxien.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.) Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
§ 22 II Nr. 1 h) § 22 II Nr. 2 f) § 22 II Nr. 3 f)		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Luft- und Raumfahrtinformatik (2015)		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 5 / 44

Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen GS-Didaktik Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt für Sonderpädagogik MS-Didaktik Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen MS-Didaktik Physik (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016)  
 Master (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2016)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Luft- und Raumfahrtinformatik (2017)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen GS-Didaktik Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt für Sonderpädagogik MS-Didaktik Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen MS-Didaktik Physik (2018)  
 Master (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Luft- und Raumfahrtinformatik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen GS-Didaktik Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt für Sonderpädagogik MS-Didaktik Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen MS-Didaktik Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2020)  
 Master (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)  
 Exchange Austauschprogramm Physik (2023)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Aktuelle Themen der Physik		11-BXP6-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Genehmigung des Prüfungsausschusses erforderlich.
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Themen der Experimentellen oder Theoretischen Physik. Angerechnete Studienleistungen, z.B. bei Hochschulwechsel oder Auslandsstudium.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt fortgeschrittene Kompetenzen, die den Anforderungen an ein Modul der Experimentellen oder Theoretischen Physik im Bachelorstudiengang Nanostrukturtechnik entsprechen. Er/Sie verfügt über Kenntnisse auf einem aktuellen Teilgebiet der Physik und das Verständnis der Mess- und/oder Rechenmethoden, die zu deren Erwerb notwendig sind. Er/Sie kann das Erlernete in die fachlichen Zusammenhänge einordnen und kennt die Anwendungsgebiete.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 90-120 Min.) oder mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021) Modulstudium (Bachelor) Quantentechnologie (2021)		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Aktuelle Themen der Physik		11-BXP8-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Genehmigung des Prüfungsausschusses erforderlich.
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Themen der Experimentellen oder Theoretischen Physik. Angerechnete Studienleistungen, z.B. bei Hochschulwechsel oder Auslandsstudium.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt fortgeschrittene Kompetenzen, die den Anforderungen an ein Modul der Experimentellen oder Theoretischen Physik im Bachelorstudiengang Nanostrukturtechnik entsprechen. Er/Sie verfügt über Kenntnisse auf einem aktuellen Teilgebiet der Physik und das Verständnis der Mess- und/oder Rechenmethoden, die zu deren Erwerb notwendig sind. Er/Sie kann das Erlernete in die fachlichen Zusammenhänge einordnen und kennt die Anwendungsgebiete.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 90-120 Min.) oder mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021) Modulstudium (Bachelor) Quantentechnologie (2021)		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Computational Physics		11-CP-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Programmierung auf der Basis von C++ / Java / Mathematica</li> <li>• Numerische Lösung von Differentialgleichungen</li> <li>• Simulation chaotischer Systeme</li> <li>• Erzeugung von Zufallszahlen</li> <li>• Random walk</li> <li>• Vielteilchenprozesse und Reaktions-Diffusionsmodell</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt Programmierkenntnisse in zwei wichtigen Programmiersprachen und kennt wichtige Algorithmen für die Physik. Er/Sie beherrscht numerische Standardverfahren und ist in der Lage, rechnergestützte Verfahren zur Lösung physikalischer Probleme anzuwenden, z.B. Algorithmen zur Lösung numerischer Probleme der Physik zu implementieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) Mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) Mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: jährlich, WS		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 9 / 44

Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016)  
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)  
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)  
Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)  
Exchange Austauschprogramm Physik (2023)  
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Atome und Quanten		11-E-A-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b> anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
<p>1. Aufbau der Atome: Experimentelle Hinweise auf die Existenz von Atomen, Größenbestimmung, Ladungen und Massen im Atom, Isotopie, innere Struktur, Rutherford-Streuexperiment, Instabilität des "klassischen" Rutherford-Atoms.</p> <p>2. Quantenmechanische Grundlagen der Atomphysik (kurze Wiederholung aus Teil A): Licht als Teilchen, Teilchen als Wellen, Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Unschärferelation und Stabilität des Atoms, Energiequantisierung im Atom, Franck-Hertz-Versuch, Atomspektren, Bohrsches Atommodell und seine Grenzen, nicht-relativistische Schrödinger-Gleichung</p> <p>3. Das nicht-relativistische Wasserstoffatom: Wasserstoff und wasserstoffähnliche Atome, Zentralpotential und Drehimpuls in der QM, Schrödinger-Gleichung des H-Atoms, Atomorbitale: Radial- und Winkelwellenfunktionen, Quantenzahlen und Energieeigenwerte.</p> <p>4. Atome in äußeren Feldern: magnetisches Bahnmoment und gyromagnetisches Verhältnis, magnetische Felder: normaler Zeeman-Effekt, elektrische Felder: Stark-Effekt.</p> <p>5. Fein- und Hyperfeinstruktur: Spin des Elektrons und magnetisches Spin-Moment, Stern-Gerlach-Versuch, Einstein-de Haas-Effekt, Ausblick auf die Dirac-Gleichung (Spin als relativistisches Phänomen und Existenz von Antimaterie), Elektron-Spin-Resonanz (ESR), Spin-Bahn-Wechselwirkung, relativistische Feinstruktur, Lamb-Shift (Quantenelektrodynamik), Kernspin und Hyperfeinstruktur.</p> <p>6. Mehrelektronenatome: Heliumatom als einfachstes Beispiel, Ununterscheidbarkeit quantenmechanischer Teilchen, (Anti)Symmetrie gegenüber Teilchenvertauschung, Fermionen und Bosonen, Zusammenhang mit dem Spin, Pauli-Prinzip, Bahn- und Spinwellenfunktion von Zweiteilchensystemen (Spin-Singlets und -Triplets), LS- und jj-Kopplung, Periodensystem der Elemente, Aufbauprinzip der elektronischen Zustände (inkl. Hund'sche Regeln).</p> <p>7. Licht-Materie-Wechselwirkung: zeitabhängige Störungstheorie (Fermis Goldene Regel) und optische Übergänge, Matrixelemente und Dipolnäherung, Auswahlregeln und Symmetrie, Linienverbreiterungen (Lebensdauer, Dopplereffekt, Stoßverbreiterung), Atomspektroskopie.</p> <p>8. Der Laser: optische Elementarprozesse (Absorption, spontane und stimulierte Emission), stimulierte Emission als Lichtverstärkung, Einstein'sche Ratengleichungen, thermisches Gleichgewicht, Nicht-Gleichgewicht beim Laser: Bilanzgleichung, Besetzungsinversion, und Laserbedingung, prinzipieller Aufbau eines Lasers, optisches Pumpen, 2-, 3- und 4-Niveau-Laser, Beispiele (Rubin-Laser, He-Ne-Laser, Halbleiterlaser).</p> <p>9. Innerschalen-Anregungen und Röntgenphysik: Entstehung von Röntgenstrahlung, Bremsstrahlung und charakteristisches Spektrum, Röntgenemission zur Analytik (EDX), Röntgenabsorption und Kontrastbildung bei Röntgenaufnahmen, Röntgenphotoemission, nicht-strahlende Auger-Prozesse, Synchrotronstrahlung, Anwendungsbeispiele.</p> <p>10. Moleküle und chemische Bindung: Wasserstoff-Molekülion (<math>H_2^+</math>) als einfachstes Beispiel: Näherung des starren Moleküls und LCAO-Ansatz, bindende und antibindende Molekülorbitale, Wasserstoff-Molekül (<math>H_2</math>): Molekülorbitalnäherung vs. Heitler-London-Näherung, 2-atomige heteronukleare Moleküle: kovalente vs. ionische Bindung, van der Waals-Bindung und Lennard-Jones-Potential, (evt. konjugierte Moleküle).</p> <p>11. Molekül-Rotationen und Schwingungen: Born-Oppenheimer-Näherung, Energieniveaus des starren Rotators (symmetrische und unsymmetrische Moleküle), Zentrifugalaufweitung, Molekül als (an)harmonischer Oszillator, Morse-Potential, Normalschwingungen, Schwingungs-Rotations-Wechselwirkung.</p> <p>12. Molekülspektroskopie: Übergangsmatrixelemente, Schwingungsspektroskopie: Infrarotspektroskopie und Raman-Effekt, Schwingungs-Rotations-Übergänge: Fortrat-Diagramm, elektronische Übergänge: Franck-Condon-Prinzip.</p>		

<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>
Die Studierenden verfügen über das Verständnis der prinzipiellen Zusammenhänge und der Grundlagen von Quantenphänomenen, der Atom- und der Molekülphysik. Sie verstehen die Ideen und Konzepte der Quantentheorie und der Atomphysik und die einschlägigen Experimente, mit denen Quantenphänomene beobachtet und gemessen werden. Sie sind in der Lage, physikalische Zusammenhänge mathematisch zu formulieren und ihre Kenntnisse bei der Lösung mathematisch-physikalischer Aufgabenstellungen selbstständig anzuwenden.
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch
<b>Platzvergabe</b>
--
<b>weitere Angaben</b>
--
<b>Arbeitsaufwand</b>
240 h
<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023) Exchange Austauschprogramm Physik (2023) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Klassische Physik 2 (Wärmelehre und Elektromagnetismus)</b>		11-E-E-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Vorleistung: Übungsaufgaben, pro Semester sind ca. 13 Übungsblätter zu bearbeiten. Die Vorleistung ist erbracht, wenn ca. 50% der gestellten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden. Details werden von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Semesterbeginn bekanntgegeben.
<b>Inhalte</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wärmelehre (Anknüpfung an 11-E-M); Temperatur und Wärmemenge, Thermometer, Kelvinskala</li> <li>2. Wärmeleitung, Wärmetransport, Diffusion, Konvektion, Strahlungswärme</li> <li>3. Hauptsätze der Thermodynamik, Entropie, Irreversibilität, maxwellscher Dämon</li> <li>4. Wärmekraftmaschinen, Arbeitsdiagramme, Wirkungsgrad, Beispiel: Stirlingmotor</li> <li>5. Reale Gase und Flüssigkeiten, Aggregatzustände (auch Festkörper), van der Waals, kritischer Punkt, Phasenübergänge, kritische Phänomene (Opaleszenz), Koexistenzbereich, Joule-Thomson</li> <li>6. Elektrostatik, Grundbegriffe: elektrische Ladung, Kräfte; elektrisches Feld, Wdh. Feldbegriff, Feldlinien, Feld einer Punktladung</li> <li>7. Gaußscher Satz, Bezug zum Coulomb-Gesetz, Definition "Fluss"; Gaußsche Fläche, Gaußscher Integralsatz; besondere Symmetrien; Divergenz und GS in differentieller Form</li> <li>8. Elektrisches Potenzial, Arbeit im E-Feld, elektr. Potenzial, Potentialdifferenz, Spannung; Potentialgleichung, Äquipotenzialflächen; verschiedene wichtige Beispiele: Kugel, Hohlkugel, Kondensatorplatten, elektrischer Dipol; Spitzeneffekte, Segnerrad</li> <li>9. Materie im E-Feld, Ladung im homogenen Feld, Millikan-Versuch, Braunsche Röhre; Elektron: Feldemission, Glühemission, Dipol im homogenen und inhomogenen Feld; Influenz, Faradayscher Käfig</li> <li>10. Kondensator, Spiegelladung, Definition, Kapazität; Platten-, Kugelkodensator; Kombination von Kondensatoren; Medien im Kondensator; Elektrische Polarisierung, Verschiebungs- und Orientierungspolarisierung, mikroskopisches Bild; dielektrische Verschiebung; Elektrolytkondensator; Piezoeffekt</li> <li>11. Elektrischer Strom, Einführung, Stromdichte, Driftgeschwindigkeit, Leitungsmechanismen</li> <li>12. Widerstand und Leitwert, spezifischer Widerstand, Temperaturabhängigkeit; ohmsches Gesetz; Realisierungen (ohmsch und nichtohmsch, NTC, PTC)</li> <li>13. Stromkreise, elektrische Netzwerke, Kirchhoffsche Regeln (Maschen, Knoten); Innenwiderstand einer Spannungsquelle, Messgeräte; Wheatstone-Brücke</li> <li>14. Leistung und Energie im Stromkreis; Kondensatorladung; galvanisches Element; Thermospannung</li> <li>15. Leitungsmechanismen, Leitung in Festkörpern: Bändermodell, Halbleiter; Leitung in Flüssigkeiten und Gasen</li> <li>16. Magnetostatik, Grundlagen; Permanentmagnet, Feldeigenschaften, Definitionen und Einheiten; Erdmagnetfeld; Amperesches Gesetz, Analogie zu E-Feld, magn. Fluss, Wirbel</li> <li>17. Vektorpotenzial, formale Herleitung, Analogie zum elektrischen Skalarpotenzial; Berechnung von Feldern, Beispiele, Helmholtzspulen</li> <li>18. Bewegte Ladung im statischen Magnetfeld, Stromwaage, Lorentz-Kraft, Rechte-Hand-Regel, Elektromotor; Dipol im Feld; Bewegungsbahnen, Massenspektrometer, Wien-Filter, Hall-Effekt; Elektron: e/m-Bestimmung</li> <li>19. Materie im Magnetfeld, Auswirkungen des Feldes auf Materie, relative Permeabilität, Suszeptibilität; Para-, Dia-, Ferromagnetismus; magn. Moment des Elektrons, Verhalten an Grenzflächen</li> <li>20. Induktion, Faradaysches Induktionsgesetz, Lenzsche Regel, Flussänderung; elektrisches Wirbelfeld; Waltenhofensches Pendel; Induktivität, Selbstinduktion; Anwendungen: Transformator, Generator</li> <li>21. Maxwellscher Verschiebungsstrom, Wahl der Integrationsfläche, Verschiebungsstrom; Maxwellsche Erweiterung, Wellengleichung; Maxwell-Gleichungen</li> <li>22. Wechselstrom: Grundlagen, sinusförmige Schwingungen, Amplitude, Periode und Phase; Leistung und Effektivwert, Ohmscher Widerstand; kapazitiver &amp; induktiver Widerstand, Kondensator und Spule, Phasenverschiebung und Frequenzabhängigkeit; Impedanz: komplexer Widerstand; Leistung beim Wechselstrom</li> <li>23. Schwingkreise, Kombinationen von RLC; Serien- und Parallelschwingkreis; erzwungene Schwingung, gedämpfter harmonischer Oszillator (Bezug zu 11-E-M)</li> </ol>		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)		Seite 13 / 44
		JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020

24: Hertzscher Dipol, Charakteristika der Abstrahlung, Nahfeld, Fernfeld; Rayleigh-Streuung; beschleunigte Ladung, Synchrotronstrahlung, Röntgenstrahlung;  
25. Elektromagnetische Wellen: Grundlagen, Maxwells Feststellung zum Elektromagnetismus, Strahlungsdruck (Poyntingscher Vektor, Strahlungsdruck)

### Qualifikationsziele / Kompetenzen

Die Studierenden verfügen über das Verständnis der prinzipiellen Grundlagen und Zusammenhänge in der Wärmelehre, Elektrizitätslehre und Magnetismus. Sie kennen die einschlägigen Experimente, mit denen diese beobachtet und gemessen werden. Sie sind in der Lage, physikalische Zusammenhänge mathematisch zu formulieren und ihre Kenntnisse bei der Lösung mathematisch-physikalischer Aufgabenstellungen selbstständig anzuwenden.

**Lehrveranstaltungen** (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)

V (4) + Ü (2)

Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch

**Erfolgsüberprüfung** (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)

Klausur (ca. 120 Min.)

Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch

### Platzvergabe

--

### weitere Angaben

Anmeldung: Das Belegen der Übungen durch die Studierende oder den Studierenden einhergehend mit der Erbringung der geforderten Vorleistung wird gemäß § 20 Abs. 3 Satz 4 ASPO als Willenserklärung für die Teilnahme an der Prüfung gewertet. Stellen die Modulverantwortlichen anschließend fest, dass die geforderten Vorleistungen erbracht wurden, so vollziehen sie die eigentliche Prüfungsanmeldung. Die Studierenden können nur dann erfolgreich zu einer Prüfung angemeldet werden, wenn sie die hierfür erforderlichen Voraussetzungen erfüllen. Bei fehlender Anmeldung ist eine Teilnahme an der betreffenden Prüfung ausgeschlossen bzw. wird die trotzdem erbrachte Prüfungsleistung nicht bewertet.

### Arbeitsaufwand

240 h

### Lehrturnus

k. A.

### Bezug zur LPO I

§ 53 I Nr. 1 a)

§ 77 I Nr. 1 a)

### Verwendung des Moduls in Studienfächern

Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015)  
Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015)  
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015)  
Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2015)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2015)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2015)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2015)  
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2018)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2018)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2018)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2018)  
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)  
Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020)  
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)

Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2021)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)  
 Exchange Austauschprogramm Physik (2023)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2025)



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Einführung in die Festkörperphysik		11-E-F-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
<p>1. Das Freie-Elektronen-Gas (FEG), freie Elektronen; Zustandsdichte; Pauli-Prinzip; Fermi-Dirac-Statistik; spez. Wärme, Sommerfeld-Koeffizient; Elektronen in Feldern: Drude-Sommerfeld-Lorentz; elektrische und thermische Leitfähigkeit, Wiedemann-Franz-Gesetz; Hall-Effekt; Grenzen des Modells</p> <p>2. Kristallstruktur, periodisches Gitter; Gittertypen; Bravais-Gitter; Miller-Indizes; einfache Kristallstrukturen; Gitterfehler; Polykristalle; amorphe Festkörper; gruppentheoretische Ansätze, Bedeutung der Symmetrie für elektronische Eigenschaften</p> <p>3. Das reziproke Gitter (RG), Motivation: Beugung; Bragg-Bedingung; Definition; Brillouin-zonen; Beugungstheorie: Streuung; Ewald-Konstruktion; Bragg-Gleichung; Laue-Gleichung; Struktur- und Formfaktor</p> <p>4. Strukturbestimmung, Sonden: Röntgen, Elektronen, Neutronen; Verfahren: Laue, Debye-Scherrer, Drehkristall; Elektronenbeugung, LEED</p> <p>5. Gitterschwingungen (Phononen), Bewegungsgleichungen; Dispersion; Gruppengeschwindigkeit; zweiatomige Basis: optischer, akustischer Zweig; Quantisierung: Phononenimpuls; optische Eigenschaften im IR; dielektrische Funktion (Lorentz-Modell); Beispiele für Dispersionskurven (Wdh. Kramers-Kronig), Messmethoden</p> <p>6. Thermische Eigenschaften von Isolatoren, Einstein- und Debye-Modell; Phononenzustandsdichte; Anharmonizitäten und Wärmeausdehnung; Wärmeleitfähigkeit; Umklapp-Prozesse; Kristallfehler</p> <p>7. Elektronen im periodischen Potential, Bloch-Theorem; Bandstruktur; Näherung fast freier Elektronen (NFE); stark gebundene Elektronen (tight binding, LCAO); Beispiele für Bandstrukturen, Fermi-Flächen, Spin-Bahn-Wechselwirkung</p> <p>8. Supraleitung, BCS-Theorie, Paarbildung, Vernüpfung bosonischer- und fermionischer Moden, Bandstruktur, Vielteilchenaspekte (Quasiteilchenkonzept)</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über das Verständnis der prinzipiellen Zusammenhänge und der Grundlagen der Festkörperphysik (Bindung und Struktur, Gitterdynamik, thermische Eigenschaften, Grundlagen der elektronischen Eigenschaften [freies Elektronengas]). Sie verstehen den Aufbau von Festkörpern und kennen die experimentellen Methoden der Festkörperphysik sowie die theoretischen Modelle zur Beschreibung festkörperphysikalischer Phänomene. Sie sind in der Lage, physikalische Zusammenhänge mathematisch zu formulieren und ihre Kenntnisse bei der Lösung mathematisch-physikalischer Aufgabenstellungen selbstständig anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		



<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>
<p>Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016)          Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023)          Exchange Austauschprogramm Physik (2023)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)</p>

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Elektronische Schaltungen		11-EL-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
Grundlagen elektronischer Bauelemente und Schaltungen. Analoge Schaltungstechnik: Passive (Widerstände, Kondensatoren, Spulen und Dioden) und aktive Bauelemente (Bipolar- und Feldeffktransistoren sowie Operationsverstärker). Digitalen Schaltungen: unterschiedliche Gatter-Typen und CMOS-Schaltungen. Mikrokontroller		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über das Verständnis und die Kenntnisse des praktischen Aufbaus elektronischer Schaltungen aus dem Bereich analoger und digitaler Schaltungstechnik.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: jährlich, SS		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021) Exchange Austauschprogramm Physik (2023)		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 18 / 44

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Klassische Physik 1 (Mechanik)		11-E-M-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b> anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Vorleistung: Übungsaufgaben, pro Semester sind ca. 13 Übungsblätter zu bearbeiten. Die Vorleistung ist erbracht, wenn ca. 50% der gestellten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden. Details werden von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Semesterbeginn bekanntgegeben.
<b>Inhalte</b>		
<p>1. Grundlagen: Physikalische Größen, Vorfaktoren, abgeleitete Größen, Dimensionsanalyse, Zeit/Länge/Masse (Definition, Messverfahren, SI), Bedeutung der Metrologie;</p> <p>2. Punktmechanik: Kinematik, Bewegung in 2D und 3D/Vektoren, Spezialfälle: gleichförmige und konstant beschleunigte Bewegung, freier Fall, schiefer Wurf; Kreisbewegung in Polarkoordinaten</p> <p>3. Newtonsche Axiome: Kräfte und Impulsdefinition, Gewicht vs. Masse, Kräfte am Pendel, Kräfte auf atomarer Skala, isotrope und anisotrope Reibung. Aufstellung von Bewegungsgleichungen und Lösungsansätze</p> <p>4. Arbeit &amp; Energie: (kinetische), Leistung, Beispiele</p> <p>5. Elastischer, inelastischer und superelastischer Stoß: Energie- und Impulserhaltung, Stöße im Massenmittelpunkts- und Schwerpunktssystem, Raketengleichung</p> <p>6. Konservative und nicht-konservative Kraftfelder: Potential, potentielle Energie; Gravitationsgesetz, -waage, -feldstärke, -potenzial (allgemeine Relationen)</p> <p>7. Drehbewegung: Drehimpuls, Winkelgeschwindigkeit, Drehmoment, Rotationsenergie, Trägheitsmoment, Analogien zur linearen Translation, Anwendungen, Satelliten (geostationäre und interstellare), Fluchtgeschwindigkeiten, Bahnkurven im Zentralpotential</p> <p>8. Gezeitenkräfte: Inertialsystem, Bezugssysteme, Scheinkräfte, Foucault-Pendel, Coriolis-Kraft, Zentrifugalkraft</p> <p>9. Galilei-Transformation: kurzer Exkurs in Maxwell-Gleichungen, Äther, Michelson-Interferometer, Einstein-Postulate, Problem der Gleichzeitigkeit, Lorentz-Transformation, Zeitdilatation und Längenkontraktion, relativistischer Impuls</p> <p>10. Starrer Körper und Kreisel: Bestimmung Massenmittelpunkt, Trägheitstensor und -ellipsoid, Hauptträgheitsachsen und deren Stabilität, Tensor am Beispiel des Elastizitätstensors, Physik des Fahrrades; Kreisel: Präzession und Nutation, die Erde als Kreisel</p> <p>11. Reibung: Haft- und Gleitreibung, Stick-Slip-Bewegung, Rollreibung, viskose Reibung, laminare Strömung, Wirbelbildung</p> <p>12. Schwingungen: Darstellung auch mittels komplexer e-Funktion, Bewegungsgleichung (DGL) über Kräfte-, Drehmoment- und Energieansatz, Taylor-Entwicklung, harmonische Näherung; Feder- und Fadenpendel, physikalisches Pendel, gedämpfte Schwingung (Schwingfall, Kriechfall, aperiodischer Grenzfall), erzwungene Schwingung, Fourieranalyse</p> <p>13. Gekoppelte Schwingungen: Eigenwerte und Eigenfunktionen, Doppelpendel, deterministische vs. chaotische Bewegung, nichtlineare Dynamik und Chaos</p> <p>14. Wellen: Wellengleichung, transversale und longitudinale Wellen, Polarisation, Superpositionsprinzip, Reflexion am offenen und geschlossenen Ende, Schallgeschwindigkeit; Interferenz, Doppler-Effekt; Phasen und Gruppengeschwindigkeit, Dispersionsrelation</p> <p>15. Elastische Verformungen von festen Körpern: Elastizitätsmodul, allgemeines Hookesches Gesetz, elastische Wellen</p> <p>16. Fluide: Schweredruck und Auftrieb, Oberflächenspannung und Kontaktwinkel, Kapillarkräfte, stationäre Strömungen, Bernoulli-Gleichung; Boyle-Mariotte, Gasgesetze, barometrische Höhenformel, Luftdruck, Kompressibilität und Kompressionsmodul</p> <p>17. Kinetische Gastheorie: ideales und reales Gas, Mittelwerte, Verteilungsfunktionen, Gleichverteilungssatz, Brownsche Molekularbewegung, Stoßquerschnitt, mittlere freie Weglänge, Diffusion und Osmose, Freiheitsgrade, spezifische Wärme</p>		

<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über das Verständnis der prinzipiellen Grundlagen und Zusammenhänge in der Mechanik, Schwingungen und Wellen sowie der kinetischen Gastheorie. Sie sind in der Lage, physikalische Zusammenhänge mathematisch zu formulieren und ihre Kenntnisse bei der Lösung mathematisch-physikalischer Aufgabenstellungen selbstständig anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
Anmeldung: Das Belegen der Übungen durch die Studierende oder den Studierenden einhergehend mit der Erbringung der geforderten Vorleistung wird gemäß § 20 Abs. 3 Satz 4 ASPO als Willenserklärung für die Teilnahme an der Prüfung gewertet. Stellen die Modulverantwortlichen anschließend fest, dass die geforderten Vorleistungen erbracht wurden, so vollziehen sie die eigentliche Prüfungsanmeldung. Die Studierenden können nur dann erfolgreich zu einer Prüfung angemeldet werden, wenn sie die hierfür erforderlichen Voraussetzungen erfüllen. Bei fehlender Anmeldung ist eine Teilnahme an der betreffenden Prüfung ausgeschlossen bzw. wird die trotzdem erbrachte Prüfungsleistung nicht bewertet.		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
§ 53 I Nr. 1 a) § 77 I Nr. 1 a)		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2015) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2015) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2015) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2018) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2018) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2018) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2018) Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2020) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2020) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2020) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2020)		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 20 / 44

Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2021)  
Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)  
Exchange Austauschprogramm Physik (2023)  
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)  
Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2025)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Optik und Wellen		11-E-O-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
<p>1. Licht: (Anknüpfung an 11-E-E), Grundbegriffe, Lichtgeschwindigkeit, Huygenssches Prinzip, Reflexion, Brechung.</p> <p>2. Licht in Materie: Ausbreitungsgeschwindigkeit im Medium, Dispersion, komplexe und frequenzabhängige Dielektrizitätszahl, Absorption, Kramers-Kronig, Grenzflächen, Fresnelsche Formeln, Polarisation, Erzeugung durch Absorption, Doppelbrechung, optische Aktivität (Dipolstrahlung).</p> <p>3. Strahlenoptik: Grundlegende Konzepte der geometrischen Optik, Fermatsches Prinzip, optischer Weg Gauß'sche Strahlenoptik, Reflexion, Refraktion, ebene Grenzflächen, Snellius, Totalreflexion, optisches Tunneln, evaneszente Wellen, Prisma, normale, anomale Dispersion, gekrümmte Grenzflächen, dünne und dicke Linse, Linsensysteme, Linsenschleiferformel, Aberrationen, Abbildungsfehler.</p> <p>4. Optische Instrumente: Kenngrößen, Kamera, Auge, Lupe, Mikroskop, Teleskoptypen, Bündelstrahlengang vs. Bildkonstruktion (Elektronenlinsen, Elektronenmikroskop), Konfokalmikroskopie.</p> <p>5. Wellenoptik: räumliche und zeitliche Kohärenz, Doppelspalt, Youngsches Experiment, Interferenzmuster (Intensitätsverlauf), dünne Schichten, parallele Schichten, keilförmige Schichten, Phasensprung, Newtonringe, Interferometer (Michelson, Mach-Zehnder, Fabry-Perot).</p> <p>6. Beugung in Fernfeld: Fraunhoferbeugung, Beugung im Nah- und Fernfeld, Einzelspalt, Intensitätsverteilung, Aperturen, Auflösungsvermögen: Rayleigh- &amp; Abbé-Kriterium, Fourieroptik, Optisches Gitter, N-fach-Spalt, Intensitätsverteilung, Gitterspektrograph, Auflösungsvermögen, Beugung an atomaren Gittern, Faltungssatz.</p> <p>7. Beugung im Nahfeld: Fresnelbeugung, Nahfeldbeugung an kreisförmiger Blende/Scheibchen, Fresnelsche Zonenplatte, Nahfeldmikroskopie, Holographie, Konzept nach Huygens-Fresnel, Weißlichthogramm.</p> <p>8. Versagen der klassischen Physik I - von der Lichtwelle zum Photon: Schwarzer Strahler, Strahlungsgesetze, Photoeffekt, Comptoneffekt, Welle-Teilchen-Dualismus, Photonen, Quantenstruktur der Natur.</p> <p>9. Versagen der klassischen Physik II - Teilchen als Materiewellen: Konzept der de Broglie'schen Materiewelle, Beugung von Teilchenstrahlen (Davisson-Germer-Experiment, Doppelspalt).</p> <p>10. Wellenmechanik: Wellenpakete, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit (Wdh. von 11-E-M), Unschärferelation, Nyquist-Shannon-Theorem, Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsamplitude, Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Messprozess in der Quantenmechanik (Doppelspaltexperiment &amp; welche-Weg-Information, Kollaps der Wellenfunktion, Schrödingers Katze).</p> <p>11. Mathematische Konzepte der Quantenmechanik: Schrödingergleichung als Wellengleichung, Konzeptvergleich mit der Wellenoptik, freies Teilchen und Teilchen im Potential, zeitunabh. Schrödinger-Gleichung als Eigenwertgleichung, einfache Beispiele in 1D (Potentialstufe, Potentialbarriere und Tunneleffekt, Potentialkasten und Energiequantisierung, harmonischer Oszillator), mehrdim. Potentialkasten und Entartung, formale Theorie der QM (Zustände, Operatoren und Observablen).</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über das Verständnis der prinzipiellen Zusammenhänge und der Grundlagen der Strahlen-, Wellen und Quantenoptik. Sie verstehen die theoretischen Konzepte und kennen Aufbau und Anwendung wichtiger optischer Instrumente und Messmethoden. Sie sind in der Lage, physikalische Zusammenhänge mathematisch zu formulieren und ihre Kenntnisse bei der Lösung mathematisch-physikalischer Aufgabenstellungen selbstständig anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.)		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 22 / 44

Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch
<b>Platzvergabe</b>
--
<b>weitere Angaben</b>
--
<b>Arbeitsaufwand</b>
240 h
<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>
<p>Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023)          Exchange Austauschprogramm Physik (2023)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)</p>



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Kern- und Elementarteilchenphysik		11-E-T-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
<p>1. Überblick, Historische Einführung, Geschichte und Bedeutung der Kern- und Teilchenphysik</p> <p>2. Methoden der Kernphysik, Streuung und Spektroskopie, Kernradius, Aufbau der Materie, Massen- und Ladungsverteilung im Kern, Entdeckung von Proton und Neutron</p> <p>3. Kernmodelle, Masse der Atomkerne, Tröpfchen-Modell, Bindungsenergie, Schalenmodell</p> <p>4. Struktur der Kerne, Drehimpuls, Spin, Parität, mag. und elektr. Momente, kollektive Anregungsformen, Spin-Bahn-Wechselwirkung</p> <p>5. Radioaktivität und Spektroskopie, Radioaktiver Zerfall, natürliche und zivilisatorische Quellen ionisierender Strahlung</p> <p>6. Kernenergie, Nukleare Energie, Kern-Spaltung, Kernreaktoren, Kern-Fusion, Stern-Energie, Stern-Entwicklung, Entstehung der chemischen Elemente aus Wasserstoff</p> <p>7. Strahlung und Materie, Wechselwirkung von Strahlung und Materie, Bethe-Bloch-Formel, Photoeffekt, Paarerzeugung</p> <p>8. Instrumente, Beschleuniger und Detektoren</p> <p>9. Elektromagnetische Wechselwirkung, Differentieller Wirkungsquerschnitt, virtuelle Photonen, Feynman-Graphen, Austauschwechselwirkung</p> <p>10. Starke Wechselwirkung, Quarks, Gluonen, Farbe als Freiheitsgrad, Tief-inelastische Elektron-Proton-Streuung, Confinement, Asymptotische Freiheit, Teilchenzoo, Isospin, Seltsamkeit, SU(3)-Symmetrie, Antiprotonen</p> <p>11. Schwache Wechselwirkung, Gebrochene Spiegelsymmetrien, Wu-Experiment, Ladungskonjugation, Zeitumkehr, CP-Invarianz, Austauscheteilchen, W und Z, Neutrinos, Neutrino-Oszillationen</p> <p>12. Standardmodell, Drei Familien von Leptonen und Quarks, Quark-Lepton-Symmetrie, Higgs-Boson, freie Parameter</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über das Verständnis der prinzipiellen Zusammenhänge der Kern- und Elementarteilchenphysik. Sie haben einen Überblick über die experimentellen Beobachtungen der Teilchenphysik und die theoretischen Modelle, die sie beschreiben.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		



**Bezug zur LPO I**

--

**Verwendung des Moduls in Studienfächern**

Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023)  
 Exchange Austauschprogramm Physik (2023)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Hauptseminar Experimentelle/Theoretische Physik		11-HS-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b> anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitungen des Physikalischen Instituts und des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Vorleistung: Regelmäßige Teilnahme (mind. 85% der Termine).
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Fragestellungen zur theoretischen/experimentellen Physik.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der experimentellen oder theoretische Physik. Sie sind in der Lage, sich diese Kenntnisse selbstständig anzueignen, zusammenzufassen und in einem Vortrag verständlich darzustellen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag mit Diskussion (30-45 Min.)		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
Anmeldung: Das Belegen der Übungen durch die Studierende oder den Studierenden einhergehend mit der Erbringung der geforderten Vorleistung wird gemäß § 20 Abs. 3 Satz 4 ASPO als Willenserklärung für die Teilnahme an der Prüfung gewertet. Stellen die Modulverantwortlichen anschließend fest, dass die geforderten Vorleistungen erbracht wurden, so vollziehen sie die eigentliche Prüfungsanmeldung. Die Studierenden können nur dann erfolgreich zu einer Prüfung angemeldet werden, wenn sie die hierfür erforderlichen Voraussetzungen erfüllen. Bei fehlender Anmeldung ist eine Teilnahme an der betreffenden Prüfung ausgeschlossen bzw. wird die trotzdem erbrachte Prüfungsleistung nicht bewertet.		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Exchange Austauschprogramm Physik (2023) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Labor- und Messtechnik		11-LMT-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b> anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in elektronische und optische Messverfahren in der physikalischen Messtechnik sowie Vakuum- und Kryotechnik, Tieftemperaturtechnik, Lichtquellen, spektroskopische Verfahren und die Messwerterfassung.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über Kompetenzen in elektronischen und optischen Messverfahren in der physikalischen Messtechnik sowie Vakuum- und Kryotechnik, Tieftemperaturtechnik, Lichtquellen, spektroskopische Verfahren und die Messwerterfassung.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: jährlich, WS		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Master (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2016) Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 27 / 44

Master (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2022)  
Exchange Austauschprogramm Physik (2023)  
Master (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2025)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Mathematische Rechenmethoden Physik		11-M-MR-202-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	bestanden / nicht bestanden	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
2 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
Grundlagen der Mathematik und elementare Rechenmethoden jenseits des Schulstoffes, insbesondere zur Einführung und Vorbereitung auf die Module der Theoretischen Physik und der Klassischen bzw. Experimentellen Physik.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über die Kenntnisse der Grundlagen der Mathematik und der elementaren Rechen-techniken, welche in der Theoretischen Physik und der Experimentellen Physik benötigt werden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + Ü (2) + V (2) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Übungsaufgaben (erfolgreiche Bearbeitung von ca. 50% von ca. 13 Übungsblättern) oder b) Vortrag (ca. 15 Min.)		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
§ 53 I Nr. 1 a) § 77 I Nr. 1 a)		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2020) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2020) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2020) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2020) Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021) Exchange Austauschprogramm Physik (2023) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Einführung in die Nanowissenschaften		11-N-EIN-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
7	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
2 Semester	grundständig	Vorleistung: Regelmäßige Teilnahme (mind. 85% der Termine).
<b>Inhalte</b>		
Einführung in die Grundlagen zur Herstellung, Charakterisierung und Anwendung von Nanostrukturen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über das Verständnis der fundamentalen Eigenschaften, Technologien, Charakterisierungsmethoden und Funktion von Nanostrukturen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Vortrag (30-45 Min.) mit Diskussion und b) Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
Anmeldung: Das Belegen der Übungen durch die Studierende oder den Studierenden einhergehend mit der Erbringung der geforderten Vorleistung wird gemäß § 20 Abs. 3 Satz 4 ASPO als Willenserklärung für die Teilnahme an der Prüfung gewertet. Stellen die Modulverantwortlichen anschließend fest, dass die geforderten Vorleistungen erbracht wurden, so vollziehen sie die eigentliche Prüfungsanmeldung. Die Studierenden können nur dann erfolgreich zu einer Prüfung angemeldet werden, wenn sie die hierfür erforderlichen Voraussetzungen erfüllen. Bei fehlender Anmeldung ist eine Teilnahme an der betreffenden Prüfung ausgeschlossen bzw. wird die trotzdem erbrachte Prüfungsleistung nicht bewertet.		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
210 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2021)		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Physikalisches Praktikum A (Nebenfach)		11-P-BNA-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
2	bestanden / nicht bestanden	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
Messaufgaben zur Mechanik, Thermodynamik und Elektrizitätslehre. z.B.: Messung von Spannungen und Strömen, Wärmekapazität, Kalorimetrie, Dichte von Körpern, dynamische Viskosität, Elastizität, Oberflächenspannung, Federkonstante, Abfassung von graphischen Darstellungen und Abfassung von Messprotokollen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über Kenntnisse und Beherrschung von physikalischen Messgeräten und Experimentiertechniken. Er/Sie ist in der Lage, Experimente selbstständig zu planen und durchzuführen, auch in Kooperation mit anderen, und die Messergebnisse in einem Messprotokoll zu dokumentieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
P (2)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
praktische Leistung mit Vortrag (ca. 30 Min.) Die erfolgreiche Vorbereitung, Durchführung und Auswertung (Messprotokoll bzw. Praktikumsbericht) von Versuchen werden testiert. Genau ein Versuch kann bei Nichtbestehen einmal wiederholt werden. Nach Durchführung aller Versuche Vortrag (mit Diskussion, ca. 30 Min.) zum Verständnis der Zusammenhänge der physikalischen Inhalte des Moduls. Der Vortrag kann bei Nichtbestehen einmal wiederholt werden. Beide Prüfungsbestandteile müssen bestanden werden.		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
60 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Exchange Austauschprogramm Physik (2023)		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Physikalisches Praktikum B (Nebenfach)		11-P-BNB-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
4	bestanden / nicht bestanden	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Es wird dringend empfohlen die Module 11-P-BNA und 11-P-FR1 vor 11-P-BNB zu absolvieren.
<b>Inhalte</b>		
Physikalische Grundgesetze der Optik, der Schwingungen und Wellen, der Elektrizitätslehre und zu Schaltungen mit elektrischen Bauelementen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über Kenntnisse und Beherrschung von physikalischen Messgeräten und Experimentiertechniken. Er/Sie ist in der Lage, Experimente selbstständig zu planen und durchzuführen, auch in Kooperation mit anderen, und die Messergebnisse in einem Messprotokoll zu dokumentieren. Er/Sie verfügt über die Fähigkeit, die Messergebnisse unter Verwendung von Fehlerfortpflanzung und den Grundlagen der Statistik auszuwerten, Schlussfolgerungen daraus zu ziehen und diese darzustellen und zu diskutieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
P (2)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
praktische Leistung mit Vortrag (ca. 30 Min.) Die erfolgreiche Vorbereitung, Durchführung und Auswertung (Messprotokoll bzw. Praktikumsbericht) von Versuchen werden testiert. Genau ein Versuch kann bei Nichtbestehen einmal wiederholt werden. Nach Durchführung aller Versuche Vortrag (mit Diskussion, ca. 30 Min.) zum Verständnis der Zusammenhänge der physikalischen Inhalte des Moduls. Der Vortrag kann bei Nichtbestehen einmal wiederholt werden. Beide Prüfungsbestandteile müssen bestanden werden.		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
120 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015) Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020) Exchange Austauschprogramm Physik (2023)		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Auswertung von Messungen: Fehlerrechnung		11-P-FR1-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
2	bestanden / nicht bestanden	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Vorleistung: Übungsaufgaben, pro Semester sind ca. 13 Übungsblätter zu bearbeiten. Die Vorleistung ist erbracht, wenn ca. 50% der gestellten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden. Details werden von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Semesterbeginn bekanntgegeben.
<b>Inhalte</b>		
Fehlerarten, Fehlerabschätzung und -fortpflanzung, graphische Darstellungen, lineare Regression, Mittelwerte und Standardabweichung.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über die Fähigkeit, Messergebnisse unter Verwendung von Fehlerfortpflanzung und den Grundlagen der Statistik auszuwerten, Schlussfolgerungen daraus zu ziehen und diese darzustellen und zu diskutieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (1) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
Anmeldung: Das Belegen der Übungen durch die Studierende oder den Studierenden einhergehend mit der Erbringung der geforderten Vorleistung wird gemäß § 20 Abs. 3 Satz 4 ASPO als Willenserklärung für die Teilnahme an der Prüfung gewertet. Stellen die Modulverantwortlichen anschließend fest, dass die geforderten Vorleistungen erbracht wurden, so vollziehen sie die eigentliche Prüfungsanmeldung. Die Studierenden können nur dann erfolgreich zu einer Prüfung angemeldet werden, wenn sie die hierfür erforderlichen Voraussetzungen erfüllen. Bei fehlender Anmeldung ist eine Teilnahme an der betreffenden Prüfung ausgeschlossen bzw. wird die trotzdem erbrachte Prüfungsleistung nicht bewertet.		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
60 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
§ 53 I Nr. 1 c) § 77 I Nr. 1 d)		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015) Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015)		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 33 / 44

Bachelor (1 Hauptfach) Luft- und Raumfahrtinformatik (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2015)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2016)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Luft- und Raumfahrtinformatik (2017)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2018)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2018)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Luft- und Raumfahrtinformatik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2020)  
 Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2021)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023)  
 Exchange Austauschprogramm Physik (2023)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Funktionswerkstoffe (2025)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
MINT Vorkurs Rechenmethoden der Physik		11-P-VKM-202-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitungen des Physikalischen Instituts und des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
3	bestanden / nicht bestanden	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Grundlagen der Mathematik und elementare Rechenmethoden aus dem Schulstoff und teilweise weiterführend, insbesondere zur Einführung und Vorbereitung auf die Module der Experimentellen und Theoretischen Physik. 1. Grundlegende Geometrie und Algebra, 2. Differentialrechnung und Reihen, 3. Integralrechnung, 4. Vektoren – gerichtete Größen, 5. Koordinatensysteme, 6. komplexe Zahlen</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Studierende verfügen über die Kenntnisse der Grundlagen der Mathematik und die Fertigkeiten in den elementaren Rechentechniken, welche zum erfolgreichen Studieneinstieg in der Experimentellen und Theoretischen Physik benötigt werden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (1) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Übungsaufgaben (erfolgreiche Bearbeitung von ca. 50% von ca. 6 Übungsblättern) oder b) Vortrag (ca. 15 Min.) Prüfungsturnus: jährlich, WS		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
90 h		
<b>Lehrturnus</b>		
Lehrturnus: jährlich, WS		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
§ 22 II Nr. 1 h) § 22 II Nr. 2 f) § 22 II Nr. 3 f)		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		
<p>Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)          Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen GS-Didaktik Physik (2020)          Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen Physik (2020)          Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Physik (2020)          Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen Physik (2020)          Erste Staatsprüfung für das Lehramt für Sonderpädagogik MS-Didaktik Physik (2020)</p>		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 35 / 44

Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen MS-Didaktik Physik (2020)  
Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Mittelschulen Physik (2020)  
Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)  
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Elektrodynamik		11-T-E-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
<p>0. Mathematische Werkzeuge: Gradient, Divergenz, Rotation; Kurven-, Flächen-, Volumenintegrale; Stokesscher und Gaußscher Satz; Delta-Funktion; Fourier-Transformation; Vollständige Funktionensysteme; Lösen partieller Differentialgleichungen</p> <p>1. Maxwell-Gleichungen</p> <p>2. Elektrostatik: Coulombgesetz; elektrostatisches Potential; geladene Grenzfläche; elektrostatische Feldenergie (Kondensator); Multipolentwicklung; Randwertprobleme; numerische Lösung; Bildladungen; Green'sche Funktionen; Entwicklung nach orthogonalen Funktionen</p> <p>3. Magnetostatik: Stromdichte; Kontinuitätsgleichung; Vektorpotential; Biot-Savart-Gesetz; magnetisches Moment; Analogien zur Elektrostatik</p> <p>4. Maxwell-Gleichungen in Materie: Elektrische und magnetische Suszeptibilität; Grenzflächen</p> <p>5. Dynamik elektromagnetischer Felder: Faraday-Induktion; RCL-Kreise; Feldenergie und -impuls; Potentiale; ebene Wellen; Wellenpakete; ebene Wellen in Materie; Hohlraumresonatoren und Wellenleiter; inhomogene Wellengleichung; zeitlich oszillierende Quellen und Dipolstrahlung; beschleunigte Punktladungen</p> <p>6. Spezielle Relativitätstheorie: Lorentz-Transformation; Gleichzeitigkeit; Längenkontraktion und Zeitdilatation; Lichtkegel; Wirkung, Energie und Impuls; ko- und kontravariante Tensoren; kovariante klassische Mechanik;</p> <p>7. Kovariante Elektrodynamik: Feldstärketensor und Maxwell-Gleichungen; Transformation der Felder; Doppeler-Effekt; Lorentz-Kraft</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der Methoden der theoretischen Physik. Sie beherrschen die Grundlagen der theoretischen Elektrodynamik. Sie sind mit den mathematischen Methoden vertraut und in der Lage, sie selbstständig zur Beschreibung und Lösung von Problemen aus diesen Bereichen anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>		

Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015)  
Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015)  
Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015)  
Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)  
Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020)  
Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)  
Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)  
Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023)  
Exchange Austauschprogramm Physik (2023)

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Theoretische Mechanik		11-T-M-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Vorleistung: Übungsaufgaben, pro Semester sind ca. 13 Übungsblätter zu bearbeiten. Die Vorleistung ist erbracht, wenn ca. 50% der gestellten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden. Details werden von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Semesterbeginn bekanntgegeben.
<b>Inhalte</b>		
<p>1. Newtonsche Formulierung: Inertialsysteme, Newtonsche Gesetze, Bewegungsgleichungen; Eindimensionale Bewegung, Energieerhaltung; Harmonischer Oszillator; Bewegung im Anschauungsraum, konservative Kräfte</p> <p>2. Lagrangesche Formulierung: Variationsprinzipien, Euler-Lagrange-Gleichung; Nebenbedingungen; Koordinatentransformationen, Mechanische Eichtransformation; Symmetrien, Noether-Theorem, Zyklische Koordinaten; Beschleunigte Bezugssysteme und Scheinkräfte</p> <p>3. Hamiltonsche Formulierung: Legendre-Transformation, Phasenraum; Hamilton-Funktion, kanonische Gleichungen; Poisson-Klammern, kanonische Transformationen; Erzeugende von Symmetrien, Erhaltungssätze; minimale Kopplung; Liouville-Theorem; Hamilton-Jacobi-Formulierung [optional]</p> <p>4. Anwendungen: Zentralkraftprobleme; Mechanische Ähnlichkeit, Virialsatz; Kleine Schwingungen; Teilchen im elektromagnetischen Feld; Starre Körper, Drehmoment und Trägheitstensor, Kreisel und Euler-Gleichungen [optional]; Streuung, Wirkungsquerschnitt [optional]</p> <p>5. Relativistische Dynamik: Lorentz-Transformation; Minkowski-Raum; Bewegungsgleichungen</p> <p>6. Nichtlineare Dynamik: Stabilitätstheorie; KAM-Theorie [optional]; Deterministisches Chaos [optional]</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden haben erste Erfahrungen in der Arbeitsweise der theoretischen Physik erworben. Sie sind mit den Prinzipien der theoretischen Mechanik und ihren verschiedenen Formulierungen vertraut. Sie sind in der Lage, die erlernten mathematischen Methoden und Verfahren selbstständig auf einfache Probleme der theoretischen Physik anzuwenden und die Resultate zu interpretieren. Insbesondere haben sie sich grundlegende mathematische Konzepte angeeignet.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
Anmeldung: Das Belegen der Übungen durch die Studierende oder den Studierenden einhergehend mit der Erbringung der geforderten Vorleistung wird gemäß § 20 Abs. 3 Satz 4 ASPO als Willenserklärung für die Teilnahme an der Prüfung gewertet. Stellen die Modulverantwortlichen anschließend fest, dass die geforderten Vorleistungen erbracht wurden, so vollziehen sie die eigentliche Prüfungsanmeldung. Die Studierenden können nur dann erfolgreich zu einer Prüfung angemeldet werden, wenn sie die hierfür erforderlichen Voraussetzungen erfüllen. Bei fehlender Anmeldung ist eine Teilnahme an der betreffenden Prüfung ausgeschlossen bzw. wird die trotzdem erbrachte Prüfungsleistung nicht bewertet.		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
Bachelor-Nebenfach Physik (2020)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 19.04.2025 • PO-Datensatz Bachelor (60 ECTS) Physik - 2020	Seite 39 / 44

<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>
<p>Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Nanostrukturtechnik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Quantentechnologie (2021)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023)          Exchange Austauschprogramm Physik (2023)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)</p>



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Quantenmechanik		11-T-Q-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	Vorleistung: Übungsaufgaben, pro Semester sind ca. 13 Übungsblätter zu bearbeiten. Die Vorleistung ist erbracht, wenn ca. 50% der gestellten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden. Details werden von der Dozentin bzw. dem Dozenten zu Semesterbeginn bekanntgegeben.
<b>Inhalte</b>		
<p>1. Historie und Grundlagen: Grenzen der klassischen Physik; Historisch grundlegende Experimente; Von der klassischen Physik zur Quantenmechanik (QM)</p> <p>2. Wellenfunktion und Schrödinger-Gleichung (SG): SG für freie Teilchen; Superposition; Wahrscheinlichkeitsverteilung für Impulsmessung; Korrespondenzprinzip; Postulate der QM; Ehrenfest-Theorem; Kontinuitätsgleichung; Stationäre Lösungen der SG</p> <p>3. Formalisierung der QM: Eigenwertgleichungen; Physikalische Bedeutung der Eigenwerte eines Operators; Zustandsraum und Dirac-Schreibweise; Darstellungen im Zustandsraum; Tensorprodukte von Zustandsräumen</p> <p>4. Postulate der QM (und deren Deutung): Zustand; Messung; zeitliche Entwicklung; Energie-Zeit-Unschärfe</p> <p>5. Eindimensionale Probleme: Der harmonische Oszillator; Potentialstufe; Potentialschwelle; Potentialtopf; Symmetrieeigenschaften</p> <p>6. Spin-1/2-Systeme I: Theoretische Beschreibung in Dirac-Schreibweise; Spin 1/2 im homogenen Magnetfeld; Zwei-Niveau-Systeme (Qubits)</p> <p>7. Drehimpuls: Vertauschungsrelationen und Drehungen; Eigenwerte von Drehimpulsoperatoren (abstrakt); Lösung der Eigenwertgleichung in Polarkoordinaten (konkret)</p> <p>8. Zentralpotential -- Wasserstoffatom: Bindungszustände in 3D; Coulomb-Potential</p> <p>9. Bewegung im elektromagnetischen Feld: Hamilton-Operator; Normaler Zeeman-Effekt; Kanonischer und kinetischer Impuls; Eichtransformation; Aharonov-Bohm-Effekt; Schrödinger-, Heisenberg- und Wechselwirkungs-Darstellung; Bewegung eines freien Elektrons im Magnetfeld</p> <p>10. Spin-1/2-Systeme II: Formulierung mittels Drehimpulsalgebra</p> <p>11. Addition von Drehimpulsen: 12. Näherungsmethoden: Stationäre Störungstheorie (mit Beispielen); Variationsmethode; WKB-Methode; Zeitabhängige Störungstheorie</p> <p>13. Atome mit mehreren Elektronen: Identische Teilchen; Helium-Atom; Hartree- und Hartree-Fock-Näherung; Atomaufbau und Hund'sche Regeln</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden haben erste Erfahrungen in der Arbeitsweise der theoretischen Physik erworben. Sie sind mit den Grundlagen der Quantentheorie vertraut. Sie sind in der Lage, die erlernten mathematischen Methoden und Verfahren auf einfache Probleme der Quantentheorie anzuwenden und die Resultate zu interpretieren. Insbesondere haben sie sich weitergehende mathematische Konzepte angeeignet.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		

<b>weitere Angaben</b>
Anmeldung: Das Belegen der Übungen durch die Studierende oder den Studierenden einhergehend mit der Erbringung der geforderten Vorleistung wird gemäß § 20 Abs. 3 Satz 4 ASPO als Willenserklärung für die Teilnahme an der Prüfung gewertet. Stellen die Modulverantwortlichen anschließend fest, dass die geforderten Vorleistungen erbracht wurden, so vollziehen sie die eigentliche Prüfungsanmeldung. Die Studierenden können nur dann erfolgreich zu einer Prüfung angemeldet werden, wenn sie die hierfür erforderlichen Voraussetzungen erfüllen. Bei fehlender Anmeldung ist eine Teilnahme an der betreffenden Prüfung ausgeschlossen bzw. wird die trotzdem erbrachte Prüfungsleistung nicht bewertet.
<b>Arbeitsaufwand</b>
240 h
<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--
<b>Verwendung des Moduls in Studienfächern</b>
<p>Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)          Bachelor (1 Hauptfach) Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2020)          Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023)          Exchange Austauschprogramm Physik (2023)          Bachelor (1 Hauptfach) Mathematische Physik (2024)</p>

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Statistische Physik		11-T-S-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	grundständig	--
<b>Inhalte</b>		
<p>0. Grundlagen der Statistik; Elemente der Statistik (zentraler Grenzwertsatz und Statistik der Extreme); Mikro- und Makrozustände; Wahrscheinlichkeitsraum (bedingte Wahrscheinlichkeit, statistische Unabhängigkeit);</p> <p>1. Statistische Physik: Entropie und Wahrscheinlichkeitstheorie; Entropie in der klassischen Physik; Thermodynamisches Gleichgewicht in abgeschlossenen und offenen Systemen (mit Energie- und/oder Teilchenaustausch)</p> <p>2. Ideale Systeme: Spinsysteme; Lineare Oszillatoren; Ideales Gas</p> <p>3. Statistische Physik und Thermodynamik: Der 1. Hauptsatz; Quasistatische Prozesse; Entropie und Temperatur; Verallgemeinerte Kräfte; Der 2. und 3. Hauptsatz; Reversibilität; Übergang von der Statistischen Physik zur Thermodynamik</p> <p>4. Thermodynamik: Thermodynamische Fundamentalbeziehung; Thermodynamische Potentiale; Zustandsänderungen; Thermodynamische Maschinen (Carnot-Maschine und Wirkungsgrad); Chemisches Potential</p> <p>5. Ideale Systeme II, Quantenstatistik: Systeme identischer Teilchen; Ideales Fermigas; Ideales Bosegas und Bose-Einstein-Kondensation; Gitter- und Normalschwingungen: Phononen</p> <p>6. Systeme wechselwirkender Teilchen: Näherungsmethoden (Mean-Field-Theorie, Sommerfeld-Entwicklung); Computer-Simulation (Monte-Carlo-Methode); Wechselwirkende Phononen (Debye-Näherung); Ising-Modelle (Besonderheiten in 1 und 2 Dimensionen); Yang-Lee-Theoreme; Van der Waals-Gleichung für reale wechselwirkende Gase</p> <p>7. Kritische Phänomene: Skalengesetze, critical slowing down, schnelle Variable als Bad (Elektron-Phonon-Wechselwirkung und BCS-Supraleitung); Magnetismus (Quantenkritikalität bei tiefen Temperaturen, Quantenphasenübergänge bei <math>T=0</math>); Probleme des thermodynamischen Limes</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der Methoden der theoretischen Physik. Sie beherrschen die Grundlagen der Statistischen Mechanik und Thermodynamik. Sie sind mit den mathematischen Methoden vertraut und in der Lage, sie selbstständig zur Beschreibung und Lösung von Problemen aus diesen Bereichen anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Ü: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Klausur (ca. 120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		

**Bezug zur LPO I**

--

**Verwendung des Moduls in Studienfächern**

Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Computational Mathematics (2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2015)  
 Bachelor (1 Hauptfach, 1 Nebenfach) Physik (Nebenfach, 2020)  
 Bachelor (1 Hauptfach) Mathematik (2023)  
 Exchange Austauschprogramm Physik (2023)