

Kern-, Teilchen- und Astrophysik 1

WS 2013/2014

- Dozenten:
 - Prof. Dr. Stefan Schönert, Lehrstuhl für experimentelle Physik und Astroteilchenphysik
 - Prof. Dr. Wolfgang Hollik (Max-Planck-Institut für Physik)
- Übungsleitung:
 - Dr. Jozsef Janicsko, Lehrstuhl für experimentelle Physik und Astroteilchenphysik
- Tutoren:
 - Eliane Epple, Uli Schubert, Matteo Agostini/Tobias Bode

Informationen zur Vorlesung

[http://www.e15.ph.tum.de/lectures/wintersemester_1314/
kern_teilchen_und_astrophysik_1/](http://www.e15.ph.tum.de/lectures/wintersemester_1314/kern_teilchen_und_astrophysik_1/)



Chair for Experimental Physics
and Astroparticle Physics



[Home](#) [Research and Projects](#) [Staff](#) [Lectures](#) [Links](#) [Gallery](#) [Contact](#)

[E15 / Lectures / Wintersemester 13/14 / Kern- Teilchen und Astrophysik 1](#)

Wintersemester 13/14
Sommersemester 13
Wintersemester 12/13
Sommersemester 12
Wintersemester 11/12
Sommersemester 11
Wintersemester 10/11
Sommersemester 10
Wintersemester 09/10
Sommersemester 09
Wintersemester 08/09
Sommersemester 08
Wintersemester 07/08
Sommersemester 07
Wintersemester 06/07
Praktika
E15 Seminar
Dark Matter and Neutrino
Seminar

Kern-, Teilchen- und Astrophysik 1

Prof. Dr. Stefan Schönert & Prof. Dr. Wolfgang Hollik

Montag, 8:30 – 10:00, PH Hörsaal 2

Mittwoch, 10:00 – 12:00, PH Hörsaal 2

Klausur

Mi 12.02.2014, 8:00

Mi 26.03.2014, 8:00 (Nachholtermin)

Übung

Termine werden in der ersten Vorlesung festgelegt:

Montag, 10:00 – 12:00, C3201

Montag, 12:00 – 14:00, C3203

Dienstag, 8:30 – 10:00, C3202

Dienstag, 12:00 – 14:00, C3202

Mittwoch, 8:30 – 10:00, PH II 127

Mittwoch, 14:00 – 16:00, C3201

Skript (unkorrigierte Vorschau)

Lehrmittel & Literatur

- **Skript** (download von der Website): HiWi gesucht um parallel das Skript zu aktualisieren
- **Vorlesungsmitschrift** wird auf Webseite gelinkt (N.B. Ersetzt nicht Ihre eigene Mitschrift!)
- **Literatur:**
 - Povh, Rith, Scholz, Ztesche: Teilchen und Kernphysik
 - Perkins: Introduction to high energy physics
 - Halzen, Martin: Quarks & Leptons
 - Mayer-Kuckuk: Kernphysik
 - Bodenstedt: Experimente der Kernphysik und Ihre Deutung
 - Segre: Kerne und Teilchen
 - Marmier: Kernphysik I/II
 - Frauenfelder-Henley

Übungen und Prüfungen

- Termine der Übungsgruppen werden heute im Anschluss an die Vorlesung besprochen.
- Eventuell eine Übungsgruppe in englischer Sprache
- Übungsaufgaben werden nicht korrigiert aber in Übungsgruppen ausführlich besprochen
- Stoff des WS wird in schriftlicher Prüfung (Klausur) abgefragt.
 - Mi 12.02.2014, 8:00
 - Mi 26.03.2014, 8:00 (Nachholtermin)
- Klausur orientiert sich an Übungsblättern

Verschiedenes

- Sprechstunde:
 - nach Vereinbarung
 - Akute Fragen: direkt im Anschluss an die Vorlesung
- HiWi:
 - Frauenförderung: extra Finanzmittel um weibliche Studenten frühzeitig als HiWi anzustellen
 - Generell: bitte frühzeitig an die Professoren & Mitarbeiter der KTA wenden
 - Kontakt für Bachelorarbeitsthemen

Themen des WS 2013/14

0	Einführung	4	5.8	Nachweis von Neutronen	66
1	Relativistische QM und Quantenfeldtheorie	9	6	Teilchenbeschleuniger	67
1.1	Notationen, Konventionen	9	6.1	Schwerpunktsenergie \sqrt{s}	68
1.2	Klein-Gordon-Gleichung für Spin-0-Teilchen	11	6.2	Energieverlust durch Synchrotronstrahlung	69
1.3	Dirac-Gleichung für Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen	13	6.3	Luminosität und Reaktionsrate	69
2	Bausteine des Atoms und des Kerns	22	6.4	Teilchenbeschleuniger und Teilchendetektoren	70
2.1	Elektron, Proton und Neutron	23	7	Elektromagnetische Streuprozesse	91
2.2	Masse und Bindungsenergie	24	7.1	Wirkungsquerschnitt	91
2.3	Weizsäcker-Massenformel	27	7.2	Elastische Elektron-Proton-Streuung	94
2.4	Stabilität der Kerne	29	7.2.1	Statisches Proton (Coulomb-Feld)	95
3	Kernmodelle	36	7.2.2	Proton mit Rückstoß	98
3.1	Fermigas-Modell	36	7.2.3	Realistisches Proton	100
3.2	Schalenmodell	39	7.3	Fermi's goldene Regel	103
4	Elektromagnetische Wechselwirkung	44	7.4	Berechnung des Streuquerschnitts	103
4.1	Elektromagnetische Wechselwirkung von Dirac-Teilchen (e, μ, τ, \dots)	44	7.5	Berechnung des Matrixelements \mathcal{M}_{fi}	104
4.2	Quantisiertes em Feld (Photonfeld)	45	8	Elektromagnetische Strahlungsübergänge	109
4.3	Übergangsmatrixelemente, Feynman-Regeln	47	8.1	Allgemeine Vorbetrachtung	109
5	Wechselwirkung von Teilchen und EM-Strahlung mit Materie	54	8.1.1	Zeitabhängige Störungstheorie für Übergänge	109
5.1	Wirkungsquerschnitt	54	8.1.2	Übergänge im Atomkern	111
5.2	Grundlegende Prozesse	55	8.2	Elektromagnetisches Strahlungsfeld	112
5.3	Wechselwirkung von Photonen mit Materie	55	8.3	Multipol - Strahlung	115
5.3.1	Photoeffekt	56	8.4	Resonanzabsorption von γ -Strahlung	118
5.3.2	Streuung	56	8.5	Einschub: Natürliche Linienbreite/Breit-Wigner Resonanz	123
5.3.3	Paarerzeugung	57	8.6	Innere Konversion	124
5.3.4	Kernphotoeffekt	57	8.7	Kollektive Kernanregungen	125
5.3.5	Abschwächlänge bzw. Abschwächungskoeffizient	58	8.8	Rotationszustände	126
5.4	Wechselwirkung geladener Teilchen mit Materie	59	9	Nukleosynthese	127
5.5	Energieverlust schwerer geladener Teilchen	60	9.1	Primordiale Nukleosynthese (=NS im „Big Bang“)	127
5.5.1	Bohr's klassische Beschreibung des Energieverlusts schwerer Teilchen ($m \gg m_e$)	60	9.2	Elementsynthese in Sternen	130
5.5.2	Bethe-Bloch-Gleichung	62	9.2.1	Wasserstoffbrennen	131
5.6	Wechselwirkung von Elektronen mit Materie	65	9.2.2	Heliumbrennen und mittelschwere Kerne	132
5.7	Cherenkov Strahlung	65	9.2.3	Brennen schwerer Elemente ($A > 60$)	133
			10	Quantenelektrodynamik (QED)	135
			10.1	Grundgleichungen, Feynman-Regeln	135
			10.2	Beispiele für QED-Prozesse	140
			10.3	Präzisionstests der QED	144
			11	Kernkraft, Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung	149
			11.1	Nukleon-Nukleon-Streuung	149
			11.2	Experimentelle Resultate	150

HiWi gesucht um Skript parallel zur Vorlesung zu aktualisieren