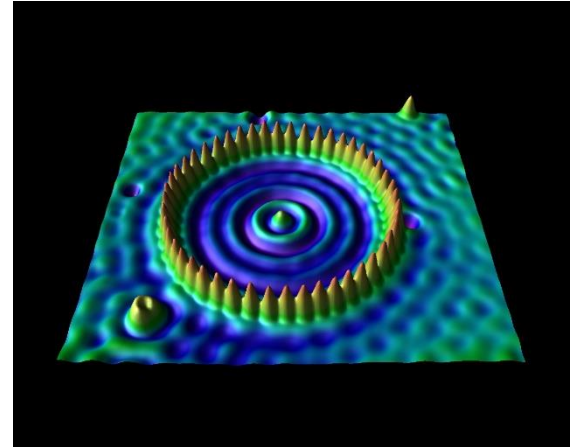
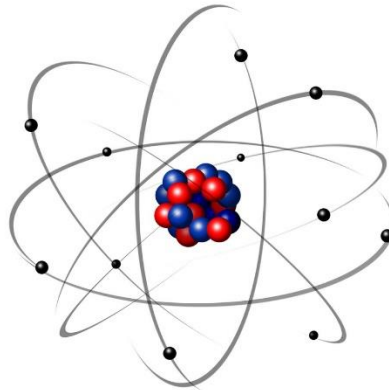


Moderne Physik für Lehramt

Prof. David Hunger
Jannis Hessenauer (Übungen)



Organisatorisches

Prof. Dr. David Hunger

Physikalisches Institut (PHI)

Physik Hochhaus (30.23) Raum 3/12

david.hunger@kit.edu

Tel.: 0721 608 43510

Vorlesung

Zeit:	Mittwoch	8:00 – 9:30
	Freitag	11:30 – 13:00

Ort: Otto-Lehmann Hörsaal
Otto-Lehmann Hörsaal

- 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen
- Vorlesungsfreie Zeit 29.05.2023 – 02.06.2023 (Pfingsten)
- Unterlagen für die Vorlesung und Übung: ILIAS

Passwort zum ILIAS-Beitritt: **Atom23**

Übungen

Leitung

Jannis Hessenauer

Jannis.hessenauer@kit.edu

(0721) 608 47016

Termine

Dienstag 9:45 – 11:15	(Geo /Met)	Raum 2-11	TutorIn Sophie Klingel
Mittwoch 14:00 – 15:30	(IngPäd / Lehramt)	6-2	Linus Schlee
Mittwoch 15:45 – 17:15	(IngPäd / Lehramt)	6-2	Sebastian Vetter

Termin der 1. Übung: 25./26. April 2023

Zur Teilnahme ist eine Anmeldung erforderlich (19.4. – 21.4.2023)

<https://plus.campus.kit.edu/signmeup/procedures/893>

Prüfung

Vorleistung zur Prüfung

- Teilnahme an den Übungen: Anwesenheitspflicht; max. zweimaliges Fehlen; weiteres Fehlen nur mit ärztlichem Attest.
- mindestens 70% der Gesamtpunkte müssen erreicht werden (ankreuzen von Übungsaufgaben)
- mindestens 3 x Präsentieren von Lösungen an der Tafel

Anmeldung zur Vorleistung

... erfolgt in CAMPUS (<https://campus.kit.edu/>). Es wird bekannt gegeben, ab wann die Anmeldung möglich ist.

Anmeldung zur Modulprüfung

Ist die Vorleistung erfüllt, können Sie sich innerhalb der Anmeldefrist verbindlich zur Prüfung anmelden. Genauer wird in der Übung/Vorlesung bekannt gegeben.

Prüfung Gymnasiales Lehramt
Prüfung Ingenieurpädagogik
Prüfung Geophysik und Meteorologie

mündliche Prüfung
Teil des Prüfungskolloquiums „Moderne Physik“
als Klausur / mit Einverständnis ggf als mündliche Prüfung

Ablauf der Übungen

- **Ausgabe der Übungsaufgaben:** jeweils montags zum Herunterladen auf ILIAS (*Übungen zu Klassische Experimentalphysik III - WS 22/23 -> Übungsblätter*)
- Lerngruppen (üblich 2, maximal 3 Personen) können eine gemeinsame Lösung erarbeiten.
- **Besprechung der Lösungen:** jeweils am Dienstag / Mittwoch in der Folgewoche in den Übungen

Literatur

Allgemein

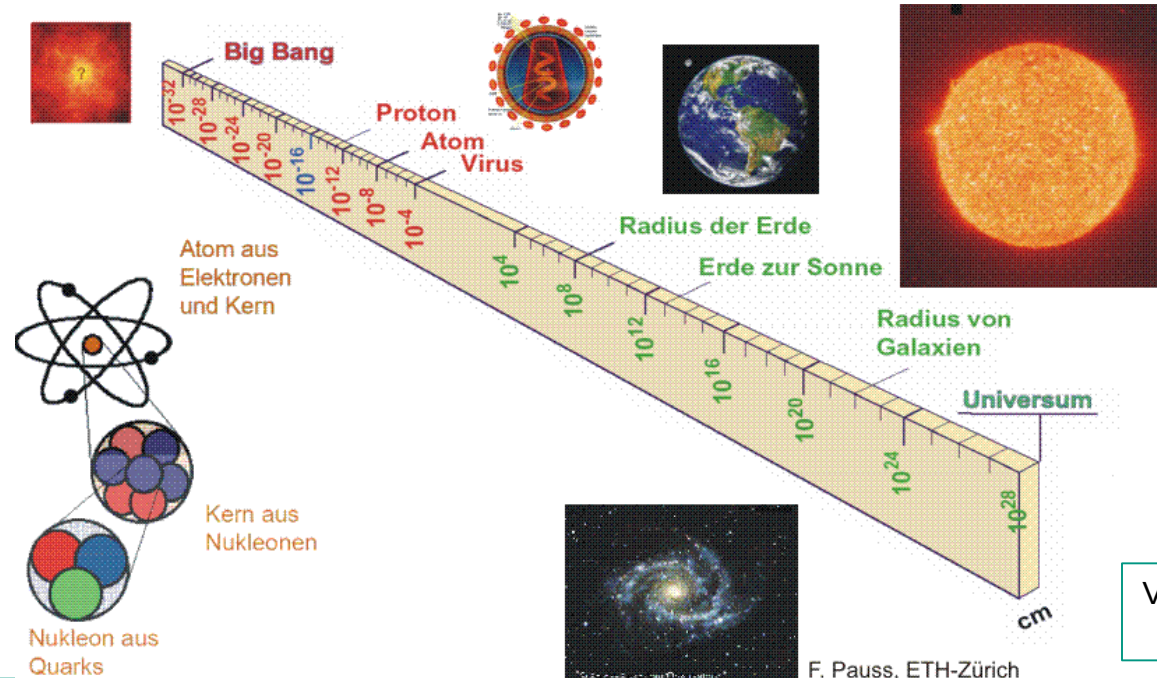
- P. Tipler: Physik (Spektrum Akademischer Verlag)
- D. C. Giancoli: Physik (Pearson Studium)
- D. Meschede: Gerthsen Physik (Springer)

Vertiefung

- W. Demtröder: Experimentalphysik 3 – Atome, Moleküle, Festkörper (Springer)
- W. Demtröder: Experimentalphysik 4 – Kern-, Teilchen- und Astrophysik

Themen der Vorlesung im Überblick

Größenordnungen



F. Pauss, ETH-Zürich

Video: Powers of Ten
(youtube)

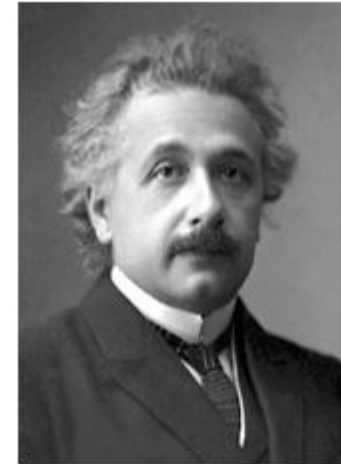
Spezielle Relativitätstheorie

Grenze der klassischen Physik: hohe Geschwindigkeiten

Prinzip von Einstein (1905): Alle physikalischen Gesetze sind in jedem Inertialsystem dieselben

„Alles ist relativ“

- Die Lichtgeschwindigkeit c hat in jedem Inertialsystem den selben Wert
- Länge und Zeit hängen vom Bewegungszustand ab
- Äquivalenz von Masse und Energie $E = mc^2$



nobelprize.org

Albert Einstein

Quantenphysik

Grenze der klassischen Physik: kleine Längenskalen

Bestimmte physikalische Größen können nur diskrete Werte annehmen
→ Quantisierung
z.B. Energiequanten des Lichts (Photonen)

Grundlegende Arbeiten:

- Heisenberg (1925): Matrizenmechanik
- Schrödinger (1926): Wellenmechanik (→ diese Vorlesung)
- Relevanz im Alltag
- Anwendungen: Laser, Transistor, Kernspinresonanz



Werner Heisenberg

nobelprize.org



Erwin Schrödinger

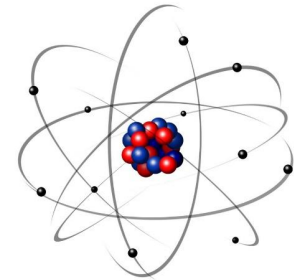
nobelprize.org

Atome und Moleküle

Direkte Anwendungen der Quantenphysik: Beschreibung von Atomen und Molekülen

Atome

- Einfachstes Atom: Wasserstoff – Prototyp für kompliziertere Atome
- Neues quantenmechanisches Konzept: Spin („Eigendrehimpuls“)

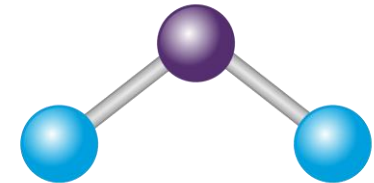


Moleküle

- Kovalente Bindung
- Rotationen und Schwingungen von Molekülen quantisiert

Licht-Materie Wechselwirkung

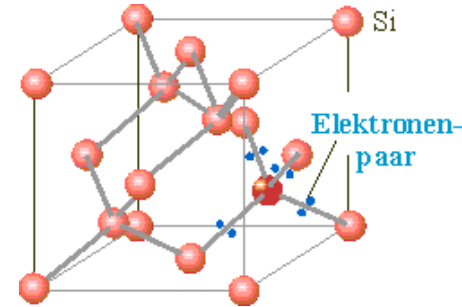
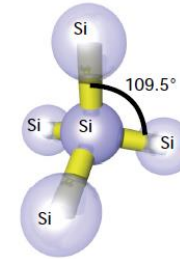
- Absorption & Emission von Licht → Anwendung Laser



LEIFI Physik

Festkörperphysik

- Beschreibung der makroskopischen Eigenschaften fester Materie aufgrund mikroskopischer (Quanten-) Eigenschaften
- theoretische Basis für Materialwissenschaften
- besonders interessant: **kristalline Festkörper**
= periodische Systeme
- Schwingungen und Ausbreitung von Schallwellen: Phononen
- Elektronen in Festkörpern
- Metalle – Halbleiter – Isolatoren
- viele technische Anwendungen: dotierte Halbleiter, Supraleitung,...



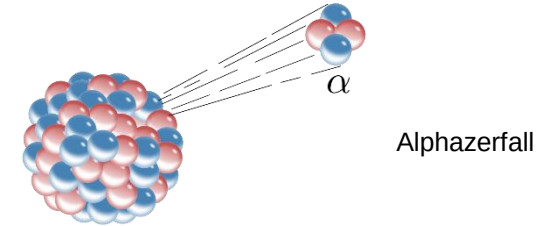
Kristallstruktur
LEIFI Physik



Silizium Einkristall
Wikipedia

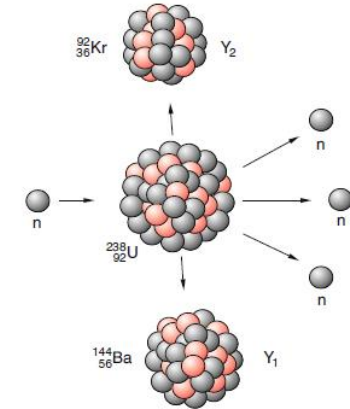
Kernphysik

- **Kernbestandteile:** Protonen und Neutronen
- **Kräfte:** Starke und schwache Kernkraft
 - Zusammenhalt des Atomkerns: starke Kraft
 - Alphazerfall: Tunneleffekt (starke + elektrische Kraft)
 - Betazerfall: schwache Kraft



Kernreaktionen

- **Kernspaltung:** Erzeugung von Energie aus Spaltung schwerer Kerne (Kernkraftwerk)
- **Kernfusion:** Freiwerden von Energie bei Verschmelzung leichter Kerne (Sonne)



Kernspaltung
Dentröder 4

Elementarteilchenphysik

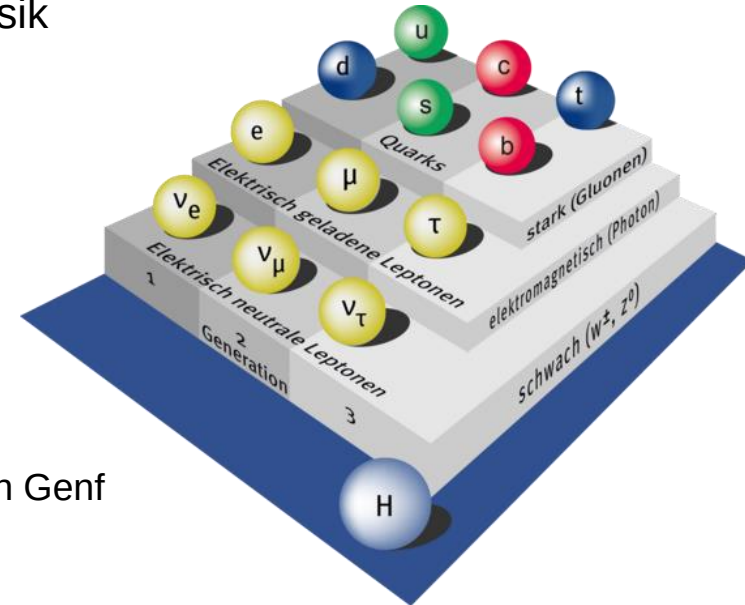
Untersuchung der fundamentalen Bausteine der Natur

Theoretische Basis: Relativitätstheorie und Quantenphysik

Standardmodell der Teilchenphysik

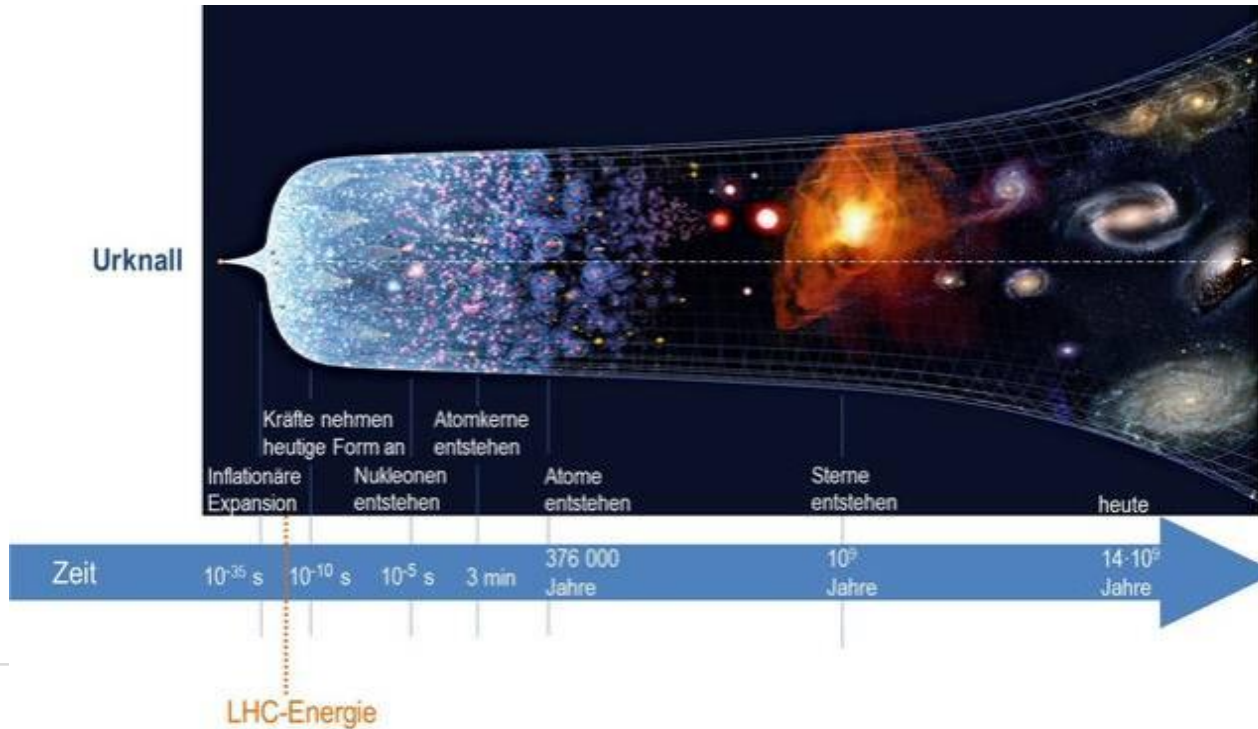
- Teilchen: **6 Quarks** und **6 Leptonen**
- Zu jedem Teilchen gibt es ein **Antiteilchen**
- Kräfte vermittelt durch Austausch von **Kraftteilchen**
 - Elektroschwache (=elektromagnetisch + schwache) WW
 - Starke WW

Aktuelle Forschung z.B. am Beschleuniger LHC des CERN in Genf



Kosmologie

Verständnis der Naturgesetze auf verschiedenen Größenskalen
Ursprung von Materie und dem Universum



Moderne Physik – Inhalt

- 1) Wiederholung wichtiger Konzepte der klassischen Physik
- 2) Spezielle Relativitätstheorie
- 3) Grundlagen der Quantenphysik
- 4) Schrödinger Gleichung
- 5) Anwendung der Schrödinger Gleichung
- 6) Das Wasserstoff Atom
- 7) Mehrelektronenatome
- 8) Licht-Materie Wechselwirkung
- 9) Moleküle und Festkörper
- 10) Kernphysik
- 11) Teilchenphysik
- 12) Kosmologie

Moderne Physik – Inhalt

I. Spezielle Relativitätstheorie (1.5 VL)

- Lorentz Transformation
- Längenkontraktion, Zeitdilatation
- Minkowski Raum
- Ausblick: Allgemeine Relativitätstheorie

II. Grundlagen der Quantenphysik (4 VL)

- Quantelung der Materie
- Quantelung von elektrischer Ladung und Masse
- Quantelung des Lichts
- Atome und Quantenphysik
- Materiewellen
- Wellenpakete, Unschärferelation

III. Die Schrödingergleichung (1VL)

- Wellengleichung für Materiewellen
- Operatoren und Messgrößen

IV. Anwendungen der SG (3 VL)

- Stationäre SG
- Potentialtopf
- Harmonischer Oszillator
- Grundzustandsenergie & Unschärferelation
- Teilchenstrom an Potentialstufe
- Zweiteilchensystem, Pauli Prinzip
- Mehrteilchensysteme
- Verschränkung
- Einstein-Podolski-Rosen Paradoxon, Bell'sche Ungleichung

Moderne Physik – Inhalt

V. Wasserstoff Atom (2 VL)

- Bohrsches Modell & SG
- Winkelanteil & Drehimpuls
- Radialwellenfunktion
- Quantenzahlen, Termschema
- Spin des Elektrons und Photons
- Spin-Bahn Kopplung, Feinstruktur, Hyperfeinstruktur
- Korrekturen

VI. Mehrelektronenatome (1VL)

- Helium
- Addition von Drehimpulsen
- Hundsche Regeln
- Periodensystem der Elemente

VII. Licht-Materie Wechselwirkung (2 VL)

- Mie und Rayleigh Streuung
- Absorption und Emission, Fluoreszenz
- Spontane und stimulierte Emission
- Übergangsmatrixelemente, Auswahlregeln
- Laser

VIII. Moleküle und Festkörper (6 VL)

- Quantenstatistik
- Chemische Bindung
- Molekulare Energieniveaus und Spektren
- Kristallstruktur
- Beugung am Kristallgitter
- Gitterdynamik
- Halbleiter
- Supraleitung

Moderne Physik – Inhalt

IX. Kernphysik (4 VL)

- Historische Experimente
- Radioaktiver Zerfall
- Messmethoden und –größen
- Kernmodelle
- Kernkräfte
- Kernreaktionen, Spaltung und Fusion

X. Teilchenphysik (2 VL)

- Entdeckung neuer Teilchen in der kosmischen Strahlung
- Methoden der Teilchenphysik
- Aufbau von Hadronen aus Quarks
- Fundamentale Kräfte und deren Eigenschaften
- Entdeckung des Higgs Bosons

XI. Kosmologie (1.5 VL)

- Geschichtliches
- Messung von Entfernungen
- Newton's Universum
- Expansion des Universums
- Einstein's Universum
- Dunkle Materie