Internationales
Stiftungsgymnasium
MAGDEBURG

Schulinterner Fachlehrplan ISG
Stand 12/2024

Physik

Sekundarstufe II

Inhaltsverzeichnis

Schulische Rahmenbedingungen 4
Der institutionelle Rahmen 4
Leistungsanforderungen und -bewertungen 4
Das Lehrwerk 4
Schüler- und Schülerinnen-Orientierung 5
Außerunterrichtliche Angebote 5
Qualitätssicherung und Evaluation 5
Kompetenzentwicklung 5
Belehrungen im Fachraum 6
Schuljahrgänge 11/12 - grundlegendes Anforderungsniveau 7
Schuljahrgänge 11/12 - erhöhtes Anforderungsniveau 9

Schulische Rahmenbedingungen

Der institutionelle Rahmen

Halbjahre	**11/1**	**11/2**	**12/1**	**12/2**
Wochenstunden				
grundlegendes Anforderungsniveau	3	3	3	3
erhöhtes Anforderungsniveau	5	5	5	5

Leistungsanforderungen und -bewertungen

Leistungsbeurteilung ist eine wichtige und komplexe Aufgabe des Schulsystems. Die Notenfindung beruht auf den Feldern Sonstiges und Klassenarbeiten/Klausuren, Basis für die Notenfindung in diesen Bereichen sind die im Lehrplan ausgewiesenen Kompetenzen. Die Anzahl, Inhalte und Durchführungen von Klassenarbeiten, Tests, Überprüfungen und Lernstandserhebungen in den einzelnen Sequenzen obliegen der jeweiligen unterrichtenden Lehrkraft und werden mit der Fachschaft zu Schuljahresbeginn abgesprochen.
Die Fachschaft Physik möchte innerhalb der gegebenen Freiräume eine größtmögliche Transparenz und Nachvollziehbarkeit in der Notengebung erreichen und sie im Rahmen der individuellen Förderung auch zu Gunsten unterschiedlicher Lerntypen anpassen. Die Gewichtung der Bestandteile hängt vom Jahrgang, der Unterrichtseinheit und -gestaltung ab und obliegt der Entscheidung der Lehrkraft. Zu Beginn jedes Schuljahres muss daher den Schülern und Schülerinnen die Kriterien zur Leistungsbewertung offengelegt werden.

Jahrgangsstufe 11/1:	1 Klassenarbeit 90 min[1]	Gewichtung 40%
Jahrgangsstufe 11/2:	1 Klassenarbeit 90 min[2]	Gewichtung 40%
Jahrgangsstufe 12/1:	1 Klassenarbeit 135 min	Gewichtung 40%
Jahrgangsstufe 12/2:	1 Klassenarbeit 210 min	Gewichtung 40%

Das Lehrwerk

[1] Die Länge der Klassenarbeit kann bei einem praktischen Anteil auf 135 min verlängert werden.

[2] Die Länge der Klassenarbeit kann bei einem praktischen Anteil auf 135 min verlängert werden.

In den Jahrgängen 11 bis 12 wird durchgängig das Lehrwerk von Pearsonverlag, *Giancoli Physik* als Lehrbuch und ebook genutzt. Das Lehrbuch basiert auf den im Fachlehrplan ausgewiesenen Kompetenzen und Inhalten *Physik des Landes Sachsen-Anhalt aus dem Jahr 2017*.

Schüler- und Schülerinnen-Orientierung

Um die heterogenen Lernvoraussetzungen der Schüler und Schülerinnen unserer Schule zu berücksichtigen, werden verschiedene Zugänge zu den Inhalten und verschiedene Übungsangebote ermöglicht, z.B.:

- Verschiedene Formen der Differenzierung, z.B. durch Aufgabenauswahl
- Möglichkeit der Durchführung von kooperativen und eigenverantwortlichen Lernformen (z.B. Partnerarbeiten, Gruppenarbeiten, Experimente, Stationenlernen etc.)
- Teilnahme an und Motivation durch außerunterrichtliche Angebote
- Projektarbeit, die sich durch eine gesteuerte Themenauswahl den Interessen der verschiedenen Lerntypen anpasst

Außerunterrichtliche Angebote

- STEM-Fahrt in 12/1

Qualitätssicherung und Evaluation

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend sind die Inhalte stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz (als professionelle Lerngemeinschaft) trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.
Dabei hat sich die Fachschaft Physik zum Ziel genommen, die Qualitätssicherung und Evaluation, wie das Parallelarbeiten und das gemeinsame Erstellen von Bewertungsrastern auszubauen. Die in den Jahrgängen parallelunterrichtenden Fachkräfte sprechen sich zu Beginn und während eines jeden Schuljahres ab.

Kompetenzentwicklung

Die Entwicklung der Kompetenzen orientiert sich an denen im Fachlehrplan ausgewiesenen. Basierend auf dem Konzept der Schule liegt der Fokus insbesondere auf dem Ausbau der digitalen und interkulturellen Kompetenz ab Jahrgangsstufe 6.[3]

[3] CC by-sa Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt (Hg.), Fachlehrplan Gymnasium Physik vom 01.08.2022, unter: Landesportal Sachsen-Anhalt (https://lisa.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MK/LISA/Unterricht/Lehrplaene/Gym/Anpassung_2022/FLP_Physik_Gym_01082022_swd.pdf), S.7-21 und 25-54, eingesehen am: 30.06.2023).

Belehrungen im Fachraum

- Betreten Sie den Physikraum nur unter Aufsicht einer Lehrkraft
- Der Physik-Vorbereitungsraum ist nur für Lehrkräfte; sie dürfen diesen Raum nur in Begleitung einer Lehrkraft betreten
- Befolgen Sie alle Anweisungen bei der Verwendung von Geräten, chemischen Produkten und der Energieversorgung
- Bringen Sie keine Jacken und Taschen mit in den Experimentierbereich; (Garderobe)
- Essen, Trinken und Kaugummikauen sind nicht gestattet
- Gehen Sie sorgsam mit Wasser, Gas und Strom um
- Halten Sie die Wasserabläufe frei
- Geräte, die beschädigt oder gestohlen werden, müssen ersetzt werden; melden Sie das sofort der Lehrkraft
- Achten Sie auf die Gefahrenpiktogramme
- Alle Schüler müssen den Weg zum nächstgelegenen Notausgang kennen und ihn im Notfall benutzen.

- Lesen Sie vor dem Experiment die Anweisungen sorgfältig durch
- Sofern nicht anders angegeben, verwenden Sie für Wasser 2 cm Wasser im Reagenzglas und für Feststoffe eine kleine Menge (bedecken Sie die Spitze eines Spatels)
- Stabilisieren Sie Ihre Ausrüstung und halten Sie sie von den Tischkanten fern
- Seien Sie vorsichtig mit Kabeln und Zuführschläuchen
- Lassen Sie Ihren Aufbau von einer Lehrkraft kontrollieren, bevor Sie mit dem Experiment beginnen
- Sie dürfen Ihr Experiment erst starten, wenn die Lehrkraft es erlaubt
- Sie müssen Schutzbrillen und Schutzkleidung tragen, lange Haare müssen zusammengebunden werden
- Vermeiden Sie weite Ärmel und tragen Sie festes Schuhwerk
- Lehrkräfte können SchülerInnen, die unsichere Kleidung tragen, vom Experimentieren ausschließen
- Vermeiden Sie Hautkontakt mit chemischen Produkten, verwenden Sie bei Bedarf Handschuhe
- Probieren Sie niemals chemische Produkte
- Sie können chemische Produkte vorsichtig riechen (zufächeln), wenn die Lehrkraft es erlaubt
- Legen Sie chemische Produkte nicht zurück in ihren Behälter
- Entsorgen Sie chemische Produkte gemäß den Anweisungen – fragen Sie die Lehrkraft, wenn Sie sich nicht sicher sind
- Sie müssen die Gebrauchsanweisungen befolgen
- Wenn Sie fertig sind, schalten Sie die Wasser-, Strom- und Gasversorgung ab
- Säubern Sie Geräte und Arbeitsplatz sorgfältig
- Bevor Sie den Raum verlassen, stellen Sie alle Geräte wieder an ihren Platz
- Benachrichtigen Sie die Lehrkraft über alle Schäden, die Sie bemerken
- Waschen Sie Ihre Hände!

- Wenn eine Verletzung auftritt, informieren Sie sofort die Lehrkraft
- Alle Schüler müssen wissen, wo sich der Erste-Hilfe-Kasten, Feuerlöscher bzw. -decke und die Augendusche befinden
- Wenn Sie jemandem helfen, achten Sie immer auf ihre Sicherheit
- Rufen Sie im Brandfall die Notrufnummer 112 an und verlassen Sie den Raum unter Aufsicht der Lehrkraft

Schuljahrgänge 11/12 - grundlegendes Anforderungsniveau

Sequenz	Inhaltliche Themen
Grundlagenkurs Mechanik – Modell Punktmasse – Newton'sche Axiome: Kräftebilanzen – Bewegungen in Systemen: Bewegungsarten, Bewegungsformen, Bewegungsgesetze der gleichförmigen und der gleichmäßig beschleunigten Bewegung mit Anfangsbedingungen, Inertialsysteme, Relativbewegungen, ungestörte Überlagerung von Bewegungen (senkrechter und waagerechter Wurf) unter vektorieller Betrachtung der Geschwindigkeiten – Energieerhaltungssatz der Mechanik und allgemeiner Energieerhaltungssatz – mechanische Arbeit: Arten der mechanischen Arbeit, $F(s)$-Diagramm – Impuls und Impulserhaltung	
Mechanische Schwingungen und Wellen – mechanische Schwingungen: Schwingungsbegriff, Arten und Merkmale, Schwingungsebene, Voraussetzungen für die Entstehung, Kenngrößen (Elongation, Amplitude, Frequenz, Periodendauer) und deren Zusammenhänge, Aufzeichnung, Darstellung und Beschreibung im $y(t)$-Diagramm, Energieumwandlungen, Modell „Harmonischer Oszillator" – Federschwinger, Periodendauer in Abhängigkeit von systembeschreibenden Größen, Phasen einer Schwingung, Phasendifferenz, Einheitskreis $y(t) = ymax \cdot \sin(\omega \cdot t)$ bzw. $y(t) = ymax \cdot \cos(\omega \cdot t)$, Energieumwandlungen am horizontalen Federschwinger oder am Fadenpendel – erzwungene Schwingungen und Resonanz – mechanische Wellen, Wellenbegriff, Arten und Merkmale, Voraussetzungen für die Entstehung, Kopplung, Energietransport, Ausbreitung, Kenngrößen (Elongation, Amplitude, Frequenz, Periodendauer, Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit) und deren Zusammenhänge, Darstellung im $y(t)$-Diagramm und $y(s)$-Diagramm – Transversal- und Longitudinalwellen und deren Ausbreitung – Eigenschaften mechanischer Wellen, Huygens'sches Prinzip, Reflexion mit und ohne Phasensprung, Brechung, Beugung (phänomenologisch), Interferenz, Begriffe: Gangunterschied Δs mit $\Delta s\ \Delta\varphi = \lambda\ 2\pi$ und Kohärenz, lineare Polarisation von Transversalwellen – stehende Wellen, Begriff, Voraussetzungen für die Entstehung, Schwingungsknoten, Schwingungsbäuche	
Welleneigenschaften des Lichtes – Lichtgeschwindigkeit in verschiedenen Medien und im Vakuum, Konstanz der Lichtgeschwindigkeit – Wellenmodell des Lichtes, Phänomene Dispersion, Polarisation und Streuung, Superposition, Interferenz durch Beugung am Doppelspalt und Gitter in der Form $d \cdot \sin\alpha = k \cdot \lambda$, Farben an dünnen Schichten, Licht als elektromagnetische Welle ohne Trägermedium, Wellenlängen und Frequenzen von monochromatischem Licht – Wellenlängenbereiche des Spektrums	
Elektrisches Feld – elektrische Ladung, elektrostatisches Feld, elektrische Ladungen als Quelle, Nachweismöglichkeiten	

- homogene und inhomogene Felder, Modell „Feldlinien“ und Feldlinienbilder, Kraftwirkung zwischen geladenen Körpern, elektrische Feldstärke, Arbeit im homogenen elektrischen Feld
- elektrisches Feld eines Plattenkondensators, Struktur des Feldes, Feldstärke, Kapazität unter Beachtung von geometrischen Daten und der Dielektrizitätszahl, Energie des elektrischen Feldes, Kondensator als Energiespeicher, Auf- und Entladung eines Kondensators
- Superposition von Feldern, zeichnerische Addition zweier feldbeschreibender Vektoren in der Ebene
- potenzielle Energie einer Probeladung im homogenen elektrischen Feld
- kinetische Energie und Geschwindigkeit geladener Teilchen im elektrischen Längsfeld in Abhängigkeit von der Beschleunigungs-spannung (quantitativ)
- Elektronenvolt (eV) als Einheit
- Bewegung von Ladungsträgern im elektrischen Feld

Magnetisches Feld

- magnetisches Feld, Dauermagnet, Komponenten des Erdmagnetfeldes, stromdurchflossener Leiter (Oersted-Versuch) und stromdurchflossene Spule, Feldformen, Modell „Feldlinien“ und Feldlinienbilder
- magnetische Flussdichte: Bewegung von Ladungsträgern im homogenen magnetischen Feld, Lorentzkraft und daraus folgende Kreisbahnen (qualitativ)
- homogenes magnetisches Feld einer stromdurchflossenen Spule (qualitativ)

Elektromagnetische Induktion

- Generatorprinzip als Umkehrung des elektromotorischen Prinzips
- Induktionsspannung: Uind = $-B \cdot l \cdot v$
- magnetischer Fluss
- Spule und Induktion
- Induktionsgesetz (Differenzenquotient)
- Lenz’sche Regel
- Anwendung des Induktionsgesetzes in den Spezialfällen konstanter Fläche und konstanter magnetischer Flussdichte
- Transformator (Spannungs- und Stromstärke-übersetzung, technische Anwendungen von Transformatoren)
- Energieumwandlungen am elektromagnetischen Schwingkreis (qualitativ)

Eigenschaften von Quantenobjekten

- Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Quantenobjekten
- Photoeffekt, Deutung nach Einstein, Photonenhypothese
- Energie von Photonen, Planck’sches Wirkungsquantum
- Energiebilanz: h $\cdot f$ = 1 2 $m \cdot v$ 2 + WA , Einstein’sche Gerade
- Welleneigenschaften von Elektronen
- De Broglie-Beziehung
- Interferenz am Doppelspalt
- Experiment von Jönsson
- (Wesenszüge) der Quantentheorie im Überblick
- Stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition
- Determiniertheit der Zufallsverteilung
- Komplementarität zwischen Weginformation und Interferenzfähigkeit
- Problematik der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenwelt
- Vergleich: Klassisches Objekt und Quantenobjekt am Doppelspalt

Quantenphysikalisches Atommodell

- qualitative Betrachtung eines quantenmechanischen Atommodells
- Energiestufenmodell
- Energiewerte für Wasserstoff
- Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrschein-lichkeiten für das Elektron in Abhängigkeit vom diskreten Energiezustand

– Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen diskretem Spektrum und Energieniveauschema – Emission und Absorption als Energieabgabe und Anregung von Atomen – Entstehung von Linienspektren
Experimentalpraktikum – experimentelle Methode – Verallgemeinerung, Gesetz – zufällige und systematische Messabweichungen – Messunsicherheiten
Aufgabenpraktikum – Kräfte- und Energiebilanzen – Identifikation relevanter Größen – Analogiebetrachtungen – Reduktion der Komplexität (Vereinfachung und Idealisierung) – Auswahl von Modellen – Bewertungsverfahren, z. B. Nutzwertanalyse

Schuljahrgänge 11/12 - erhöhtes Anforderungsniveau

Sequenz	Inhaltliche Themen
Mechanische Schwingungen – mechanische Schwingungen – Schwingungsbegriff, Arten und Merkmale, Schwingungsebene, Voraussetzungen für die Entstehung, Kenngrößen (Elongation, Amplitude, Frequenz, Periodendauer) und deren Zusammenhänge, Aufzeichnung, Darstellung und Beschreibung im $y(t)$-Diagramm, Modell „Harmonischer Oszillator“: lineares Kraftgesetz als Bedingung für die Entstehung einer mechanischen harmonischen Schwingung – Fadenpendel (unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung) und Federschwinger – Periodendauer in Abhängigkeit von systembeschreibenden Größen – Phasen einer Schwingung, Phasendifferenz, Einheitskreis, Energieumwandlungen – ungedämpfte und schwach gedämpfte Schwingungen – Idealfall und Realfall, Darstellung im $y(t)$-Diagramm, Einhüllende – $y(t) = ymax \cdot e\ -\delta t \cdot \sin(\omega t)$ – Ursachen der Dämpfung – Anwendungen gedämpfter Schwingungen – freie und erzwungene Schwingungen, Eigenschwingung, Eigenfrequenz, erzwungene Schwingungen, Resonanz, Resonanzkurve	
Mechanische Wellen – mechanische Wellen – Wellenbegriff, Arten und Merkmale – Voraussetzungen für die Entstehung, Kopplung, Energietransport, Ausbreitung – Kenngrößen (Elongation, Amplitude, Frequenz, Periodendauer, Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit) und deren Zusammenhänge – Darstellung im $y(t)$-Diagramm und $y(s)$-Diagramm – mathematische Darstellung einer harmonischen, eindimensionalen Welle – Transversal- und Longitudinalwellen und deren Ausbreitung – Eigenschaften mechanischer Wellen – Huygens’sches Prinzip – Reflexion mit und ohne Phasensprung, Brechung, Beugung (phänomenologisch) – Interferenz, Begriffe: Gangunterschied Δs mit $\Delta s\ \Delta\varphi = \lambda\ 2\pi$ und Kohärenz	

- lineare Polarisation von Transversalwellen, Unterscheidung von polarisierten und unpolarisierten Wellen
- stehende Wellen
- Begriff, Voraussetzungen für die Entstehung
- Schwingungsknoten, Schwingungsbäuche
- Speicherung von Energie
- Schallwellen, Kenngrößen, Töne und Klänge, Hörbereiche, Lärm und Lärmschutz, Schallgeschwindigkeit und deren Messung, Infraschall, Ultraschall, Anwendungen in Natur, Technik und Medizin, Schallintensität

Welleneigenschaften des Lichtes

- Lichtgeschwindigkeit in verschiedenen Medien und im Vakuum
- Wellenmodell des Lichtes
- Phänomene Dispersion, Polarisation und Streuung
- Superposition, Interferenz durch Beugung am Doppelspalt und Gitter in der Form $d \cdot sin\alpha = k \cdot \lambda$
- Farben an dünnen Schichten
- Licht als elektromagnetische Welle ohne Trägermedium
- Wellenlängen und Frequenzen von monochromatischem Licht
- Aufbau und Funktionsweise eines Interferometers
- Wellenlängenbereiche des Spektrums, einschließlich Röntgenstrahlung
- Spektren und Spektralanalyse
- Aspekt Aussehen: kontinuierliches Spektrum, Linienspektrum
- Aspekt Entstehung: Emissions- und Absorptionsspektrum
- Aspekt Erzeugung: Gitter- und Prismenspektrum

Aufbaukurs Mechanik

- Modell Punktmasse
- Newton'sche Axiome
- vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften
- geneigte Ebene
- Kräftebilanzen auch unter Berücksichtigung der Reibung
- Bewegungen in Systemen
- Bewegungsarten, Bewegungsformen
- Bewegungsgesetze der gleichförmigen und der gleichmäßig beschleunigten Bewegung mit Anfangsbedingungen unter Nutzung der Infinitesimalrechnung
- Inertialsysteme und beschleunigte Systeme
- Relativbewegungen
- ungestörte Überlagerung von Bewegungen (senkrechter und waagerechter Wurf)
- Energieerhaltungssatz der Mechanik und allgemeiner Energieerhaltungssatz
- mechanische Arbeit
- Arten der mechanischen Arbeit
- Bilanzgleichungen auch unter Berücksichtigung der Reibung
- $F(s)$-Diagramm
- Impuls und Impulserhaltung
- Kraftstoß als Prozessgröße
- Impuls als Erhaltungsgröße
- zentrale elastische und unelastische Stöße
- Bilanzgleichungen für Impuls und Energie

Elektrisches Feld

- elektrische Ladung
- elektrostatisches Feld
- elektrische Ladungen als Quelle
- Nachweis-möglichkeiten

- homogene und inhomogene Felder
- Modell „Feldlinien“ und Feldlinienbilder
- Kraftwirkung zwischen geladenen Körpern, Influenz, elektrische Polarisation, Dielektrikum
- elektrische Feldstärke
- Coulomb’sches Gesetz
- Arbeit im homogenen und radialen elektrischen Feld
- elektrisches Feld eines Plattenkondensators
- Struktur des Feldes
- Feldstärke
- Potenzial, Spannung als Potenzialdifferenz
- Kapazität unter Beachtung von geometrischen Daten und Dielektrizitätszahl
- Energie des elektrischen Feldes
- Kondensator als Energiespeicher
- Auf- und Entladung eines Kondensators
- Superposition von Feldern, Betrachtung der zweidimensionalen Superposition von zwei Feldern für die Fälle paralleler und orthogonaler feldbeschreibender Vektoren (quantitativ)
- potenzielle Energie einer Probeladung im homogenen elektrischen Feld
- kinetische Energie und Geschwindigkeit geladener Teilchen im elektrischen Längsfeld in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung (quantitativ)
- Elektronenvolt (eV) als Einheit
- Bewegung von Ladungsträgern im elektrischen Feld
- Anwendungen: Elektronenstrahlröhre und Linearbeschleuniger
- Bestimmung der Elementarladung
- Millikan-Versuch

Magnetisches Feld

- magnetisches Feld, Dauermagnet, Komponenten des Erdmagnetfeldes, stromdurchflossener Leiter (Oersted-Versuch) und stromdurchflossene Spule, Feldformen, Modell „Feldlinien“ und Feldlinienbilder
- magnetische Flussdichte: Bewegung von Ladungsträgern im homogenen magnetischen Feld, Lorentzkraft und daraus folgende Kreisbahnen (qualitativ)
- homogenes magnetisches Feld einer stromdurchflossenen Spule (qualitativ)

Elektromagnetische Induktion

- Generatorprinzip als Umkehrung des elektromotorischen Prinzips
- Induktionsspannung: $U\text{ind} = -B \cdot l \cdot v$
- magnetischer Fluss
- Spule und Induktion
- Induktionsgesetz (Differenzenquotient)
- Lenz’sche Regel
- Anwendung des Induktionsgesetzes in den Spezialfällen konstanter Fläche und konstanter magnetischer Flussdichte
- Transformator (Spannungs- und Stromstärke-übersetzung, technische Anwendungen von Transformatoren)
- Energieumwandlungen am elektromagnetischen Schwingkreis (qualitativ)

Wechselstromwiderstände und elektromagnetische Schwingungen

- Wechselstromkreis
- Erzeugung einer Wechselspannung
- zeitlicher Verlauf von Spannung und Stromstärke
- Momentan- und Effektivwerte
- Wechselstrom-widerstände
- induktiver Widerstand
- kapazitiver Widerstand

- Phasenbeziehungen zwischen Stromstärke und Spannung an Spulen und Kondensatoren in Reihenschaltung, Zeigerdiagramm
- Elektromagnetische Schwingungen
- Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen im idealen Schwingkreis
- zeitlicher Verlauf von Spannung, Stromstärke, elektrischer und magnetischer Feldenergie
- Thomson'sche Schwingungsgleichung, Abhängigkeit der Periodendauer von systembeschreibenden Größen

Spezielle Relativitätstheorie

- Ausbreitung von Licht in und gegen die Bewegungsrichtung seiner Quelle
- Galilei'sches Relativitätsprinzip, Galileitransformation
- Ätherhypothese, Michelson-Experiment
- Einsteinpostulate
- Relativität der Zeit, Lorentz-Faktor
- Uhrensynchronisation, Relativität der Gleichzeitigkeit
- Zeitdilatation und Eigenzeit
- Längenkontraktion
- relativistische Massenzunahme
- Ruhemasse
- dynamische Masse, relativistischer Impuls
- Ruheenergie
- relativistische kinetische Energie
- Teilchenbeschleuniger
- Energie-Masse-Beziehung

Eigenschaften von Quantenobjekten

- Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Quantenobjekten
- Photoeffekt, Deutung nach Einstein, Photonenhypothese
- Energie von Photonen, Planck'sches Wirkungsquantum
- Energiebilanz: h $\cdot f$ = 1 2 $m \cdot v$ 2 + WA, Einstein'sche Gerade
- Impuls von Photonen
- Welleneigenschaften von Elektronen
- de Broglie-Beziehung
- Interferenz am Doppelspalt
- Experiment von Jönsson
- Beugung in der Elektronenbeugungs-röhre
- Wechselwirkung von Photonen und Elektronen beim Compton-Effekt
- Ort-Impuls-Unbestimmtheit
- Unbestimmtheits-relation von Heisenberg, z. B. $\Delta x \cdot \Delta px \geq$ h
- Unmöglichkeit, einen Zustand zu präparieren, bei den zueinander komplementären Größen jeweils einen exakten Wert haben
- quantenmechanischer Messvorgang und seine Konsequenzen
- grundlegende Aspekte (Wesenszüge) der Quantentheorie:
- Stochastische Vorhersagbarkeit
- Interferenz und Superposition
- Determiniertheit der Zufallsverteilung
- Komplementarität zwischen Weginformation und Interferenzfähigkeit
- Verschränkung und Nichtlokalität
- Problematik der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenwelt
- Vergleich: Klassisches Objekt und Quantenobjekt am Doppelspalt, Photon und Elektron als Quantenobjekt
- stochastische Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ)

– Betragsquadrat der Wellenfunktion zur Beschreibung der Nachweiswahr-scheinlichkeitsdichte – Delayed-Choice-Experiment – Wahrscheinlichkeits-aussagen zu Interferenzversuchen mit einzelnen Photonen, Mach-Zehnder-Interferometer
Quantenphysikalisches Atommodell – Modell „Eindimensionaler Potenzialtopf“ und seine Grenzen – diskrete Energiewerte, stehende Wellen, Wellenfunktion und Nachweiswahr-scheinlichkeiten für das Elektron im Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden – begrenzte Gültigkeit dieser Modellvorstellung unter Berücksichtigung der Unbestimmtheits-relation – qualitative Betrachtung eines quantenmechanischen Atommodells – Energiestufenmodell – Energiewerte für Wasserstoff – Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahr-scheinlichkeiten für das Elektron in Abhängigkeit vom diskreten Energiezustand – Klassifizierung der Orbitale durch Quantenzahlen m, n und l – Ausblick auf Mehrelektronen-systeme, Pauli-Prinzip – Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen diskretem Spektrum und Energieniveauschema – Emission und Absorption als Energieabgabe und Anregung von Atomen, Franck-Hertz-Experiment – Veranschaulichung von Emission und Absorption im Energieniveauschema – Entstehung von Linienspektren – Entstehung des kontinuierlichen und des diskreten Röntgenspektrums
Experimentalpraktikum – experimentelle Methode – Verallgemeinerung, Gesetz – zufällige und systematische Messabweichungen – Messunsicherheiten
Aufgabenpraktikum – Energie- und Impulsbilanzen – Kraftansätze – Identifikation relevanter Größen – Analogie-betrachtungen – Reduktion der Komplexität (Vereinfachung und Idealisierung) – Auswahl von Modellen – Wahl eines geeigneten Bezugssystems – Bewertungsverfahren, z. B. Nutzwertanalyse