



## Schulcurriculum Physik Sek. II G9

### Inhalt

- Zusammenarbeit im Fachkollegium
- Themenübersicht
- Prozessbezogene Kompetenzen
- Zusammenführung der Kompetenzbereiche

### Zusammenarbeit innerhalb der Fachschaft

#### Formen der Zusammenarbeit:

- Regelmäßige Absprachen von Unterrichtsinhalten und -formen
- Austausch von Unterrichtsmaterialien und Klassenarbeiten
- Fachbezogene Abstimmung in Parallelklassen

### Themenübersicht

Klasse	Stunden	Themen
11	2	Dynamik
11	2	Wahlmodul: Akustik
12	5/3	Elektrizität
12	5/3	Schwingungen und Wellen
13	5/3	Quantenobjekte
13	5/3	Atomhülle
13	5/3	Atomkern

# Prozessbezogene Kompetenzen

## Physikalisch argumentieren

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• geben ihre erworbenen Kenntnisse wieder und nutzen erlerntes Vokabular.</li> <li>• verwenden die erlernte Fachsprache zunehmend sicher und wählen die Sprachebene bewusst aus.</li> <li>• trennen physikalische Aspekte selbstständig von außerphysikalischen.</li> <li>• unterwerfen Vermutungen einer fachlich-kritischen Prüfung.</li> <li>• argumentieren mithilfe von Diagrammen linearer Funktionen und einfacher Potenzfunktionen.</li> <li>• setzen Darstellungen situationsgerecht ein.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentieren insbesondere mithilfe von Kräften und Energiebilanzen.</li> <li>• verwenden die erlernte Fachsprache sicher und wählen die Sprachebene bewusst aus.</li> <li>• identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten.</li> <li>• unterwerfen Argumentationen einer fachlich-kritischen Prüfung.</li> <li>• formulieren Hypothesen und überprüfen sie mithilfe von Experimenten.</li> <li>• argumentieren zusätzlich mithilfe der Diagramme von Winkelfunktionen bzw. der Zeigerdarstellung, den Gleichungen linearer Funktionen, einfacher Potenzfunktionen sowie Exponentialfunktionen und ziehen zur Argumentation Ableitung und Flächeninhalt heran.</li> </ul>

## Probleme lösen

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ergänzen fehlende Informationen selbstständig und ziehen Schulbuch und Formelsammlung zur Problemlösung heran.</li> <li>• wählen geeignete Quellen selbst aus.</li> <li>• führen selbstverantwortlich ihre Notizen.</li> <li>• setzen ihre Kenntnisse über nichtlineare Zusammenhänge ein.</li> <li>• verwenden das eingeführte elektronische Rechenwerkzeug.</li> <li>• erkennen bekannte Zusammenhänge auch in einem komplexeren Umfeld.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen zur Problemlösung in unterschiedlichen Quellen (analog und digital) passende Informationen aus und prüfen die Plausibilität und Relevanz.</li> <li>• nutzen Termumformungen für Deduktionen.</li> <li>• nutzen Experimente zur Problemlösung und schließen induktiv.</li> <li>• wenden Kenntnisse auf Alltagssituationen und technische Anwendungen an.</li> <li>• übertragen Kenntnisse analog auf andere Situationen und verwenden dazu auch einfache mathematische Modelle.</li> <li>• <b>nur eA:</b> verwenden dazu einfache numerische Modelle.</li> </ul>

## Planen, experimentieren, auswerten

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• experimentieren zunehmend selbstständig.</li> <li>• planen einfache Experimente zur Untersuchung ausgewählter, auch eigener Fragestellungen selbst und achten darauf, jeweils nur einen Parameter zu variieren.</li> <li>• legen selbstständig geeignete Messtabellen an.</li> <li>• fertigen auch nichtlineare Graphen an, nutzen das eingeführte elektronische Rechenwerkzeug zur Ermittlung funktionaler Zusammenhänge und erstellen eine geeignete Dokumentation der Arbeitsschritte.</li> <li>• fertigen bei Bedarf Versuchsprotokolle selbstständig an.</li> <li>• tragen Ergebnisse von z. B. arbeitsteilig ausgeführten Experimenten sachgerecht und adressatenbezogen vor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen und Oszilloskopen ggf. nach Anleitung auf.</li> <li>• planen Experimente zur Untersuchung ausgewählter, auch eigener Fragestellungen selbst und führen diese sachgerecht durch.</li> <li>• nutzen zur Auswertung von Messergebnissen das eingeführte elektronische Rechenwerkzeug und dokumentieren ihr Vorgehen.</li> <li>• dokumentieren Aufbau, Durchführung, Beobachtung und Auswertung von Experimenten selbstständig.</li> </ul>

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• schätzen die absolute Unsicherheit beim Messen einzelner Größen ab.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geben Messwerte mit einer reflektierten Anzahl signifikanter Stellen an.</li> <li>• geben das Ergebnis einer daraus berechneten Größe auf Aufforderung mit einer sinnvollen Anzahl signifikanter Stellen an.</li> <li>• <b>nur eA:</b> schätzen die Messunsicherheit eines Messergebnisses aus den Versuchsbedingungen ab und berechnen daraus die relative Messunsicherheit einer gemessenen Größe.</li> <li>• <b>nur eA:</b> schätzen eine Grenze für die relative und die absolute Messunsicherheit einer aus Messdaten berechneten Größe sachgerecht ab.</li> <li>• erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus.</li> <li>• erklären bekannte Auswerteverfahren.</li> </ul>

## Mathematisieren

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden die wissenschaftliche Notation für Zahlenangaben und Vorsilben von Einheiten.</li> <li>• verwenden Größen und Einheiten und führen erforderliche Umrechnungen durch.</li> <li>• wechseln zwischen sprachlicher, grafischer und algebraischer Darstellung eines Zusammenhanges.</li> <li>• fertigen Grafen zu beliebigen Zusammenhängen an.</li> <li>• fertigen Ausgleichskurven zu Messdaten an und erläutern daran den Einfluss von Messunsicherheiten.</li> <li>• ermitteln lineare, quadratische und antiproportionale Zusammenhänge aus Messdaten – auch mithilfe des eingeführten elektronischen Rechenwerkzeugs, dokumentieren ihre Arbeitsschritte und begründen ihre Entscheidungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden physikalische Symbole sachgerecht.</li> <li>• entnehmen grafischen Darstellungen und Termen die physikalischen Sachverhalte auch im Zusammenhang mit Ableitung und Fläche.</li> <li>• wählen geeignete Ausgleichskurven begründet aus.</li> <li>• ermitteln zusätzlich exponentielle Zusammenhänge und Zusammenhänge die Quadratwurzeln enthalten (<b>nur eA:</b> sowie umgekehrt quadratische Zusammenhänge und exponentielle Zusammenhänge zur Basis <math>e</math>) mithilfe des eingeführten elektronischen Rechenwerkzeugs.</li> </ul>

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• schätzen die absolute Unsicherheit beim Messen einzelner Größen ab.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geben Messwerte mit einer reflektierten Anzahl signifikanter Stellen an.</li> <li>• geben das Ergebnis einer daraus berechneten Größe auf Aufforderung mit einer sinnvollen Anzahl signifikanter Stellen an.</li> <li>• <b>nur eA:</b> schätzen die Messunsicherheit eines Messergebnisses aus den Versuchsbedingungen ab und berechnen daraus die relative Messunsicherheit einer gemessenen Größe.</li> <li>• <b>nur eA:</b> schätzen eine Grenze für die relative und die absolute Messunsicherheit einer aus Messdaten berechneten Größe sachgerecht ab.</li> <li>• nutzen funktionale Zusammenhänge, Gleichungen und Termumformungen für deduktive Schlüsse und Begründungen.</li> <li>• dokumentieren Herleitungen sachgerecht.</li> <li>• stellen Zusammenhänge in Form von Funktionsgleichungen dar.</li> <li>• <b>nur eA:</b> stellen Zusammenhänge in Form von Differenzgleichungen dar und modellieren einfache Prozesse damit.</li> <li>• verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur mathematischen Beschreibung sowohl für Wellen als auch für Quanten.</li> <li>• <b>nur eA:</b> interpretieren das Quadrat der resultierenden Zeigerlänge oder das Quadrat der Amplitude der resultierenden Sinuskurve als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeit für einzelne Quantenobjekte.</li> </ul>

## Mit Modellen arbeiten

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Zusammenhänge in Form von grafischen Darstellungen dar.</li> <li>überprüfen Hypothesen an ausgewählten Beispielen durch selbst entworfene Experimente.</li> <li>ziehen Modellvorstellungen als Hilfsmittel zur Problemlösung und Formulierung von Hypothesen heran.</li> <li>beschreiben Idealisierungen in verschiedenen Situationen.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden zwischen Modellvorstellung und Realität.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Zusammenhänge in Form von Funktionsgleichungen dar.</li> <li><b>nur eA:</b> modellieren einfache Prozesse mit Differenzgleichungen.</li> <li>erläutern das Modell des Potenzialtopfs und ziehen es als heuristisches Hilfsmittel zur Problemlösung heran.</li> <li>verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Lösung von Problemen in den Themenbereichen Wellen und Quanten.</li> <li>erkennen Strukturgleichheiten und nutzen sie dafür, vorhandene Kenntnisse angeleitet auf andere Situationen zu übertragen.</li> <li>unterscheiden zwischen Modellvorstellung, ikonischer Repräsentation und Realität.</li> </ul>

## Erkenntniswege der Physik beschreiben und reflektieren

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>schätzen die absolute Unsicherheit beim Messen einzelner Größen ab.</li> <li>beurteilen den Gültigkeitsbereich untersuchter Zusammenhänge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>nur eA:</b> beurteilen ein Ergebnis aufgrund einer Betrachtung der Messunsicherheiten sachgerecht und begründet.</li> <li>erläutern, dass man mithilfe experimenteller Daten Hypothesen zwar widerlegen, aber nie beweisen kann.</li> <li>erörtern die Funktion eines Experiments bei der Entscheidung über Hypothesen bzw. zur Initiierung von Ideen.</li> <li>erläutern die Vorgehensweise zur Informationsgewinnung aus Experimenten.</li> <li>erläutern die Bedeutung von Modellvorstellungen als Hilfsmittel zur Problemlösung und Formulierung von Hypothesen.</li> <li>erläutern die Besonderheiten der quantenphysikalischen Sichtweise.</li> </ul>

## Kommunizieren

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>wählen die Sprachebene adressatengerecht aus.</li> <li>strukturieren, interpretieren und beurteilen fachbezogene Darstellungen.</li> <li>wählen Informationen aus Formelsammlung und anderen geeigneten Quellen sachgerecht aus.</li> <li>verfassen Berichte selbstständig.</li> <li>stellen die Ergebnisse einer selbstständigen Arbeit zu einem Thema in angemessener Form schriftlich dar.</li> <li>referieren über selbst durchgeführte Experimente sachgerecht und adressatenbezogen und wählen dazu geeignete Medien aus.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln die Arbeit in der Gruppe weiter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden die Fachsprache in den behandelten Gebieten sicher.</li> <li><b>nur eA:</b> strukturieren, interpretieren und beurteilen fachbezogene Darstellungen für komplexe Sachverhalte, Phänomene in der Natur und Anwendungen in der Technik.</li> <li>entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.</li> <li>präsentieren Arbeitsergebnisse sach-, situations- und adressatengerecht unter Verwendung geeigneter, auch digitaler Darstellungsmethoden und beachten dabei Urheberrecht und Zitierregeln.</li> <li>nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen.</li> <li>führen zu einem Sachverhalt ein Fachgespräch auf angemessenem Niveau.</li> <li>arbeiten sachgerecht und zielgerichtet in einer Gruppe.</li> </ul>

## Dokumentieren

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ihre Notizen selbstständig.</li> <li>• dokumentieren ihre Arbeitsschritte auch bei selbst geplanten Experimenten oder Auswertungen in geeigneter schriftlicher Darstellung.</li> <li>• nutzen vereinbarte grafische Darstellungen zur Veranschaulichung.</li> <li>• fertigen Messtabellen selbstständig an und geben Größensymbole und Einheiten an.</li> <li>• nutzen grafische Darstellungen für beliebige Zusammenhänge, auch unter Benutzung des eingeführten elektronischen Rechenwerkzeugs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dokumentieren Versuchsergebnisse selbstständig.</li> <li>• ziehen zur Dokumentation selbstständig Bilder, Texte, Skizzen und Diagramme heran.</li> <li>• dokumentieren Arbeitsschritte mit dem eingeführten elektronischen Rechenwerkzeug in der vereinbarten Weise.</li> </ul>

## Bewerten

am Ende der Einführungsphase	zusätzlich am Ende der Qualifikationsphase
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• trennen physikalische Aspekte selbstständig von außerphysikalischen.</li> <li>• beschreiben ein einfaches Bewertungsverfahren und wenden dieses angeleitet auf eine geeignete außerfachliche Problemsituation an<sup>1</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aspektcharakter der Wissenschaft Physik an ausgewählten Beispielen.</li> <li>• stellen die Beziehung zwischen Physik und Technik an ausgewählten Beispielen dar.</li> <li>• nennen Beispiele für die historische oder gesellschaftliche Bedingtheit physikalischer Sichtweisen.</li> <li>• entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab.</li> <li>• bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil.</li> <li>• wenden selbstständig das erlernte Bewertungsverfahren auf eine geeignete außerfachliche Problemsituation an.</li> </ul>

## Zusammenführung der Kompetenzbereiche

### Einführungsphase (Jahrgang 11)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Lernenden...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den freien Fall und den waagerechten Wurf mithilfe von <math>t</math>-<math>s</math>- und <math>t</math>-<math>v</math>-Zusammenhängen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Kenntnisse über diese Zusammenhänge zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme an.</li> <li>• werten Daten aus selbst durchgeführten Experimenten aus.</li> <li>• übertragen die Ergebnisse auf ausgewählte gleichmäßig beschleunigte Bewegungen.</li> <li>• beschreiben die Idealisierungen, die zum Begriff freier Fall führen.</li> <li>• erläutern die Ortsabhängigkeit der Fallbeschleunigung.</li> <li>• übersetzen zwischen sprachlicher, grafischer und algebraischer Darstellung dieser Zusammenhänge und verwenden insbesondere die Begriffe Beschleunigung und Geschwindigkeit sachgerecht.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Grundgleichung der Mechanik.</li> <li>• erläutern die sich daraus ergebende Definition der Krafteinheit.</li> <li>• erläutern die drei newtonschen Axiome.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden diese Gleichung zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme an.</li> <li>• deuten den Ortsfaktor als Fallbeschleunigung.</li> <li>• wenden ihr Wissen zur Beurteilung von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr an.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die gleichförmige Kreisbewegung mithilfe der Begriffe Umlaufdauer, Bahngeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung.</li> <li>• nennen die Gleichung für die Zentripetalkraft.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Entstehung der Kreisbewegung mittels der richtungsändernden Wirkung der Zentripetalkraft.</li> <li>• unterscheiden dabei zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Gleichung für die kinetische Energie.</li> <li>• formulieren den Energieerhaltungssatz der Mechanik.</li> <li>• erarbeiten ein Werturteil zu einer Fragestellung bezüglich der Energienutzung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden diese Zusammenhänge als Alternative zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme an.</li> <li>• planen einfache Experimente zur Überprüfung des Energieerhaltungssatzes, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse.</li> <li>• argumentieren mithilfe des Energieerhaltungssatzes bei einfachen Experimenten.</li> <li>• wenden ein Bewertungsverfahren auf eine Fragestellung im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit an.</li> </ul>

## Wahlmodul

### Akustik

Die Behandlung der Akustik kann einen fächerverbindenden Einblick in die Zusammenhänge zwischen dem Klang verschiedener Instrumente und deren physikalischer Beschreibung bieten, ohne dabei die Wellenlehre zu thematisieren. Es bietet sich dazu an, verschiedene Instrumente mit Sensoren, z. B. von Smartphones oder Tablets, genauer zu untersuchen. Auch für die Messung von Schalldruckpegeln kann auf diese Geräte zurückgegriffen werden.

Zum Wahlmodul Akustik kann gehören:

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft und einem anderen Medium.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten in diesem Zusammenhang Messwerte angeleitet aus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen Ton, Klang und Geräusch anhand der zugehörigen Schwingungsbilder.</li> <li>• beschreiben die Frequenz als Maß für die Tonhöhe und die Amplitude als Maß für die Lautstärke eines akustischen Signals.</li> <li>• beschreiben die Lautstärke von Signalen mithilfe des Schalldruckpegels.</li> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Frequenzverhältnissen und musikalischen Intervallen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ein Experiment mit Mikrofon und registrierendem Messinstrument durch, um Schwingungsbilder verschiedener Klangerzeuger aufzunehmen.</li> <li>• bestimmen die Frequenzen der zugehörigen periodischen Signale.</li> <li>• wenden Schallpegelmessinstrumente an, um Aussagen über die Gefährdung durch Lärm zu treffen.</li> <li>• beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Schwingungsbildern von gleichen Noten, die auf verschiedenen Instrumenten gespielt werden.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei der Frequenzanalyse des Signals gleicher Noten, die auf verschiedenen Instrumenten gespielt werden.</li> <li>• erläutern den Begriff <i>Klangfarbe</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden dazu Ergebnisse der Frequenzanalyse von Tönen und Klängen an.</li> <li>• bestätigen die Beziehung <math>f_n = (n + 1) \cdot f_0</math> zwischen Frequenz des n-ten Obertons und Frequenz <math>f_0</math> des Grundtons.</li> </ul>

## Qualifikationsphase (Jahrgang 12 und 13)

### Elektrizität

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld, das Feld einer Punktladung und das eines Dipols.</li> <li>• beschreiben die Funktionsweise eines faradayschen Käfigs als Resultat des Superpositionsprinzips.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld, das Feld einer Punktladung und das eines Dipols.</li> <li>• beschreiben die Funktionsweise eines faradayschen Käfigs als Resultat des Superpositionsprinzips.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke.</li> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben das coulombsche Gesetz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen.</li> <li>• werten in diesem Zusammenhang Messreihen angeleitet aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen.</li> <li>• werten in diesen Zusammenhängen Messreihen aus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke.</li> <li>• nennen die Definition der elektrischen Spannung als der pro Ladung übertragbaren Energie.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die elektrische Spannung auch als Potentialdifferenz.</li> </ul>



Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Zusammenhang zwischen der Feldstärke in einem Plattenkondensator und der anliegenden Spannung.</li> <li>• geben die Energiebilanz für einen freien geladenen Körper im elektrischen Feld eines Plattenkondensators an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln angeleitet die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den <math>t</math>-<math>I</math>-Zusammenhang (<b>nur eA:</b> und die <math>t</math>-<math>U</math>-Zusammenhänge) beim Aufladevorgang und beim Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen angeleitet Experimente zum Aufladevorgang durch.</li> <li>• ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen <math>t</math>-<math>I</math>-Zusammenhang.</li> <li>• beschreiben qualitativ den Einfluss von <math>R</math> und <math>C</math> auf diesen Zusammenhang.</li> <li>• begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten.</li> <li>• ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von <math>t</math>-<math>I</math>-Diagrammen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen selbstständig Experimente zum Auf- und Entladevorgang hinsichtlich Stromstärke und Spannung durch.</li> <li>• ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen <math>t</math>-<math>I</math> bzw. <math>t</math>-<math>U</math>-Zusammenhang.</li> <li>• überprüfen den Zusammenhang zwischen der Halbwertszeit und dem Produkt aus <math>R</math> und <math>C</math>.</li> <li>• begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten.</li> <li>• ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von <math>t</math>-<math>I</math>-Diagrammen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators.</li> <li>• nennen die Gleichung für die Energie des elektrischen Feldes eines Plattenkondensators.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators durch.</li> <li>• beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen.</li> <li>• berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch.</li> <li>• beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen.</li> <li>• berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen.</li> <li>• beschreiben qualitativ den Einfluss eines Dielektrikums auf die Kapazität.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln.</li> <li>• ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld.</li> <li>• nennen die Definition der magnetischen Flussdichte <math>B</math> (Feldstärke <math>B</math>) in Analogie zur elektrischen Feldstärke <math>E</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.</li> <li>• erläutern ein Experiment zur Bestimmung von <math>B</math> mithilfe einer Stromwaage.</li> <li>• begründen die Definition mithilfe geeigneter Messdaten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.</li> <li>• erläutern ein Experiment zur Bestimmung von <math>B</math> mithilfe einer Stromwaage.</li> <li>• begründen die Definition mithilfe geeigneter Messdaten.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Bewegung von freien Elektronen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ unter Einfluss der Lorentzkraft,</li> <li>○ unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Querfeld,</li> <li>○ im Wien-Filter.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven.</li> <li>• übertragen ihre Kenntnisse auf andere geladene Teilchen.</li> <li>• leiten die zugehörige Gleichung für die Geschwindigkeit angeleitet her.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven.</li> <li>• übertragen ihre Kenntnisse auf andere geladene Teilchen.</li> <li>• leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Querfeld her.</li> <li>• leiten die zugehörige Gleichung für die Geschwindigkeit her.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben das physikalische Prinzip zur Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen mithilfe des Fadenstrahlrohres.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten dazu die Gleichung für die spezifische Ladung des Elektrons her und bestimmen die Elektronenmasse.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben ein Experiment zur Messung von <math>B</math> mit einer Hallsonde.</li> <li>• <b>nur eA:</b> erläutern die Entstehung der Hallspannung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zur Messung von <math>B</math> bei Spulen mit einer Hallsonde durch.</li> <li>• beschreiben qualitativ die Abhängigkeit von <math>B</math> von <math>I</math>, <math>n</math>, <math>l</math> und <math>\mu_r</math>.</li> <li>• skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen selbstständig Experimente zur Messung von <math>B</math> mit einer Hallsonde durch.</li> <li>• berechnen die magnetische Flussdichte <math>B</math> (Feldstärke <math>B</math>) im Inneren einer schlanken Spule.</li> <li>• skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.</li> <li>• leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ mithilfe des magnetischen Flusses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur gA:</b> nennen den Zusammenhang zwischen Induktionsspannung und einer linearen zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes für den Fall linearer Änderungen von <math>A</math> bzw. <math>B</math> aus.</li> <li>• beschreiben ein Beispiel für eine technische Anwendung der Induktion.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> wenden das Induktionsgesetz in differentieller Form auf vorgegebene lineare und sinusförmige Verläufe von <math>\Phi</math> an.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen den Verlauf von <math>t</math>-<math>U</math>-Diagrammen für lineare und sinusförmige Änderungen von <math>\Phi</math>.</li> <li>• werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus.</li> <li>• stellen technische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben Spulen als Energiespeicher in Analogie zu Kondensatoren.</li> <li>• <b>nur eA:</b> nennen die Gleichung für die Energie des magnetischen Feldes einer Spule.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern in diesem Zusammenhang die Vorgänge beim Ein- und Ausschalten von Spulen durch Selbstinduktion.</li> <li>• definieren die Induktivität als Bauteileigenschaft aus einer Energiebetrachtung.</li> </ul>

## Schwingungen und Wellen

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen harmonische Schwingungen grafisch dar.</li> <li>beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Auslenkung, Amplitude, Periodendauer und Frequenz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung.</li> <li>ermitteln Werte durch Ablesen an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder geeignetes digitales Werkzeug).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung.</li> <li>ermitteln Werte durch Ablesen an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder geeignetes digitales Werkzeug).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels an.</li> <li><b>nur eA:</b> nennen ein lineares Kraftgesetz als Bedingung für die Entstehung einer mechanischen harmonischen Schwingung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bestätigen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.</li> <li>ermitteln geeignete Ausgleichskurven.</li> <li>wenden diese Verfahren auf das Fadenpendel an.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>nur eA:</b> beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen.</li> <li><b>nur eA:</b> beschreiben die Bedingung, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen <math>t</math>-<math>s</math>- und <math>t</math>-<math>\nu</math>-Diagramme auch bei gedämpften Schwingungen im Spezialfall exponentiell abnehmender Amplitude.</li> <li>erläutern das Phänomen Resonanz anhand eines Experiments.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln Amplitude, Periodendauer bzw. Frequenz aus vorgelegten Messdaten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben in Analogie zum Feder-Masse-Pendel die Energieumwandlungen in einem Schwingkreis qualitativ.</li> <li>• beschreiben ein Experiment zur Erzeugung einer Resonanzkurve.</li> <li>• ermitteln die Abhängigkeit der Frequenz der Eigenschwingung von der Kapazität experimentell anhand eines Resonanzversuchs.</li> <li>• nennen die thomsonsche Schwingungsgleichung.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen.</li> <li>• beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase.</li> <li>• geben den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz an.</li> <li>• beschreiben Reflexion, Brechung und Beugung als Phänomene, die bei der Wellenausbreitung auftreten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung.</li> <li>• wenden die zugehörige Gleichung an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung.</li> <li>• wenden die zugehörige Gleichung an.</li> <li>• begründen diesen Zusammenhang mithilfe der Zeigerdarstellung oder der Sinusfunktion.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen longitudinale und transversale Wellen.</li> <li>• beschreiben Polarisierbarkeit als Unterscheidungsmerkmal zwischen transversalen und longitudinalen Wellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• überprüfen die Polarisierbarkeit bei einem Experiment mit Licht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen experimentell die Winkelabhängigkeit der Intensität des durchgehenden Lichts bei einem Paar von Polarisatoren.</li> <li>• interpretieren in diesem Zusammenhang das Quadrat der Zeigerlänge bzw. das Quadrat der Amplitude der zugehörigen Sinuskurve als Intensität.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Situationen“: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ stehende Welle,</li> <li>○ Michelson-Interferometer,</li> <li>○ Doppelspalt und Gitter,</li> <li>○ <b>nur eA:</b> Einzelspalt,</li> <li>○ <b>nur eA:</b> bei der Bragg-Reflexion.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung der aus dem Unterricht bekannten Situationen.</li> <li>• erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung.</li> <li>• erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen.</li> <li>• erläutern die Veränderung des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge <ul style="list-style-type: none"> <li>○ von Ultraschall bei durch Reflexion entstandenen stehenden Wellen,</li> <li>○ von weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv / <b>nur eA:</b> subjektiv),</li> </ul> </li> <li>○ <b>nur eA:</b> mit dem Michelson-Interferometer,</li> <li>○ <b>nur eA:</b> von Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten entsprechende Experimente angeleitet aus.</li> <li>• beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile auf der Grundlage einer vorgegebenen Skizze.</li> <li>• leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt vorstrukturiert und begründet her.</li> <li>• ordnen den Frequenzbereich des sichtbaren Lichts in das Spektrum elektromagnetischer Wellen ein.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten entsprechende Experimente aus.</li> <li>• beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile.</li> <li>• leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt selbstständig und begründet her.</li> <li>• ordnen den Frequenzbereich des sichtbaren Lichts in das Spektrum elektromagnetischer Wellen ein.</li> <li>• wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurbstandes bei einer CD/DVD an.</li> <li>• erläutern ein Verfahren zur Aufnahme eines Röntgenspektrums.</li> <li>• leiten die Bragg-Gleichung selbstständig und begründet her.</li> </ul>

## Quantenobjekte

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben ein Doppelspaltexperiment zur Interferenz von Quantenobjekten mit Ruhemasse (z. B. kalte Neutronen, Fullerene).</li> <li>• ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung.</li> <li>• <b>nur eA:</b> nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses.</li> <li>• beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das Interferenzmuster stochastisch.</li> <li>• bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.</li> <li>• deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das Interferenzmuster stochastisch.</li> <li>• verwenden zur Deutung der Interferenzmuster die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung.</li> <li>• beschreiben den Zusammenhang zwischen der Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt und dem Quadrat der resultierenden Zeigerlänge bzw. der Amplitude der resultierenden Sinuskurve.</li> <li>• bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.</li> <li>• deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen die stochastische Deutung von Interferenzmustern auf Doppelspaltexperimente mit einzelnen Photonen und Elektronen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und deuten die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität.</li> <li>• erläutern den Begriff Komplementarität mithilfe der Beobachtungen an einem Doppelspaltexperiment.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und deuten die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität.</li> <li>• erläutern die Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers.</li> <li>• <b>nur eA:</b> interpretieren ein Experiment mit dem Mach-Zehnder-Interferometer mit einzelnen Quantenobjekten unter den Gesichtspunkten Komplementarität und Nichtlokalität.</li> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben ein Experiment mit dem Mach-Zehnder-Interferometer analog zu einem delayed-choice-Experiment.</li> <li>• <b>nur eA:</b> erläutern die Begriffe Zustand, Präparation und Superposition am Beispiel eines Experimentes mit polarisiertem Licht.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Begriffe Komplementarität und Nichtlokalität mithilfe der Beobachtungen am Mach-Zehnder-Interferometer mit einzelnen Quantenobjekten.</li>   <li>• erläutern an diesem Beispiel die Begriffe Nichtlokalität und Kausalität.</li>   <li>• erläutern eine Anwendung der Quantenphysik.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> erläutern Unbestimmtheit in der Form: die Streuungen der Werte zweier komplementärer Größen können nicht beide beliebig klein sein.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• veranschaulichen das Konzept der Unbestimmtheit an einem Beispiel.</li> <li>• vergleichen das Erlernte mit der Lehrbuch-Notierung der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.</li> </ul>



Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die experimentelle Bestimmung der planckschen Konstante <math>h</math> mit LEDs in ihrer Funktion als Energiewandler.</li> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotозelle.</li> <li>• <b>nur eA:</b> erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells.</li> <li>• überprüfen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells.</li> <li>• überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</li> <li>• wenden ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation an.</li> <li>• deuten das zugehörige <math>f</math>-<math>E</math>-Diagramm.</li> <li>• ermitteln aus Röntgenbremsspektren einen Wert für die plancksche Konstante <math>h</math>.</li> </ul>

## Atomhülle

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle.</li> <li>• nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an.</li> <li>• beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an.</li> <li>• leiten die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell her.</li> <li>• beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells auch unter Berücksichtigung der Unbestimmtheitsrelation.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht ...</li> <li>• <b>nur eA:</b> ... und Röntgenstrahlung.</li> <li>• erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption.</li> <li>• beschreiben einen Franck-Hertz-Versuch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle.</li> <li>• beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht.</li> <li>• deuten die Abnahme der Stromstärke und die Leuchterscheinungen in einer mit Neon gefüllten Franck-Hertz-Röhre als Folge von Anregungen von Atomen durch Elektronenstöße.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle.</li> <li>• beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht.</li> <li>• stellen einen Zusammenhang zwischen den Leuchterscheinungen in einer mit Neon gefüllten Franck-Hertz-Röhre und der Franck-Hertz-Kennlinie dar.</li> <li>• ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.</li> <li>• nennen Unterschiede zwischen einer Anregung mit Photonen und einer Anregung mit Elektronen.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata.</li> <li>• beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu.</li> <li>• berechnen die Energieniveaus von Wasserstoff mit der Balmerformel.</li> <li>• erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu.</li> <li>• erklären ein charakteristisches Röntgenspektrum auf der Grundlage dieser Kenntnisse.</li> <li>• berechnen die Energieniveaus von Wasserstoff und von wasserstoffähnlichen Atomen mit der Balmerformel.</li> <li>• erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Orbitale des Wasserstoffatoms bis <math>n = 2</math>.</li> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben die „Orbitale“ bis <math>n = 2</math> in einem dreidimensionalen Potenzialtopf.</li> <li>• <b>nur eA:</b> nennen das Pauliprinzip.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen einen Zusammenhang zwischen Orbitalen und Nachweiswahrscheinlichkeiten für Elektronen anschaulich her.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen einen Zusammenhang zwischen Orbitalen und Nachweiswahrscheinlichkeiten für Elektronen anschaulich her.</li> <li>• erläutern Gemeinsamkeiten zwischen den Orbitalen des Wasserstoffatoms und denen des dreidimensionalen Potenzialtopfs.</li> <li>• bestimmen die maximale Anzahl der Elektronen im dreidimensionalen Potenzialtopf bis <math>n = 2</math>.</li> </ul>

## Atomkern

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten.</li> <li>• erläutern das Zerfallsgesetz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus.</li> <li>• übertragen dieses Vorgehen auf andere Abklingvorgänge.</li> <li>• beurteilen Gültigkeitsgrenzen der mathematischen Beschreibung aufgrund der stochastischen Natur der Strahlung.</li> <li>• modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems.</li> <li>• wenden dieses Verfahren auf einen Mutter-Tochter-Zerfall an.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart.</li> <li>• beschreiben grundlegende Eigenschaften von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Strahlung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart.</li> <li>• beschreiben grundlegende Eigenschaften von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Strahlung.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung.</li> <li>• interpretieren ein <math>\alpha</math>-Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm).</li> <li>• wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm).</li> <li>• wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an.</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Bragg-Kurve in der Strahlentherapie.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.</li> </ul>

Tostedt, Dezember 2023 (gültig ab dem Schuljahr 2023/24 für Q1)