

Themen im Überblick:

1. Elektrische und magnetische Felder, Induktion
2. Mechanische Schwingungen, Wellen und Interferenz
3. Quanten und Atome
4. Kernphysik und Radioaktivität

<p>Lehrbuch:</p>	<p>Dorn/Bader, Physik Sek II Qualifikationsphase Gymnasium Niedersachsen, ISBN 978-3-14-152337-9</p>	
<p>Leistungsbewertung:</p> <p>Quelle: Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, MK Nds. Hannover 2017</p>	<p>Leistungen im Unterricht werden in innerfachlichen und auch anderen Kompetenzbereichen festgestellt und berücksichtigt. Dabei ist zu bedenken, dass die sozialen und personalen Kompetenzen, die über das Fachliche hinausgehen, von den im Kerncurriculum formulierten erwarteten Kompetenzen nur in Ansätzen erfasst werden.</p> <p>Der an Kompetenzerwerb orientierte Unterricht bietet den Schülerinnen und Schülern einerseits ausreichend Gelegenheiten, Problemlösungen zu erproben, andererseits fordert er den Kompetenznachweis in Leistungssituationen. Ein derartiger Unterricht schließt die Förderung der Fähigkeit zur Selbsteinschätzung der Leistung ein. In Lernsituationen dienen Fehler und Umwege den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung.</p> <p>Das Erkennen von Fehlern und der produktive Umgang mit ihnen sind konstruktiver Teil des Lernprozesses. Für den weiteren Lernfortschritt ist es wichtig, bereits erworbene Kompetenzen herauszustellen und Schülerinnen und Schüler zum Weiterlernen zu ermutigen.</p> <p>In Leistungs- und Überprüfungssituationen ist es das Ziel, die Verfügbarkeit der erwarteten Kompetenzen nachzuweisen. Leistungsfeststellungen und Leistungsbewertungen geben den Schülerinnen und Schülern Rückmeldungen über die erworbenen Kompetenzen und den Lehrkräften Orientierung für notwendige Maßnahmen zur individuellen Förderung. Neben der kontinuierlichen Beobachtung der Schülerinnen und Schüler im Lernprozess und ihrer individuellen Lernfortschritte sind die Ergebnisse mündlicher, schriftlicher und anderer fachspezifischer Lernkontrollen zur Leistungsfeststellung heranzuziehen.</p> <p>In Lernkontrollen werden überwiegend Kompetenzen überprüft, die im unmittelbar vorangegangenen Unterricht erworben werden konnten. Darüber hinaus sollen jedoch auch Problemstellungen einbezogen werden, die die Verfügbarkeit von Kompetenzen eines langfristig angelegten Kompetenzaufbaus überprüfen. In schriftlichen Lernkontrollen sind alle drei Anforderungsbereiche „Wiedergeben und beschreiben“, „Anwenden und strukturieren“ sowie „Transferieren und verknüpfen“ zu berücksichtigen. Bei schriftlichen Lernkontrollen liegt der Schwerpunkt im Anforderungsbereich II, und der Anforderungsbereich I wird in höherem Maße als der Anforderungsbereich III berücksichtigt. Festlegungen zur Anzahl der bewerteten schriftlichen Lernkontrollen in der Einführungsphase sowie der Dauer der schriftlichen Lernkontrollen im Sekundarbereich II trifft die Fachkonferenz auf der Grundlage der Vorgaben des Erlasses „Verordnung über die gymnasiale Oberstufe“ und den „Ergänzenden Bestimmungen zur Verordnung über die gymnasiale Oberstufe“ in der jeweils gültigen Fassung. Zur Ermittlung der Gesamtzensur sind die Ergebnisse der Klausuren und die Bewertung der Mitarbeit im Unterricht heranzuziehen. Der Anteil der schriftlichen Leistungen an der Gesamtzensur ist abhängig von der Anzahl der schriftlichen Lernkontrollen innerhalb eines Schulhalbjahres. Er darf ein Drittel an der Gesamtzensur nicht unterschreiten und 50% nicht überschreiten. Im Laufe des Schulhalbjahres sind die Lernenden mehrfach über ihren aktuellen Leistungsstand zu informieren.</p>	<p>Zur Mitarbeit im Unterricht (mündliche und andere fachspezifische Leistungen) zählen z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sachbezogene und kooperative Teilnahme am Unterrichtsgespräch - Erheben relevanter Daten (z. B. Informationen sichten, gliedern und bewerten, in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Interviews und Meinungsumfragen durchführen), - Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten, - Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung, - Unterrichtsdokumentationen (z. B. Protokolle, Arbeitsmappen, Materialdossiers, Portfolios), - Präsentationen, auch mediengestützt (z. B. Experiment, Referate, Vorstellung eines Thesenpapiers, Erläuterung eines Schaubildes, Darstellung von Arbeitsergebnissen), - verantwortungsvolle Zusammenarbeit im Team (z. B. planen, strukturieren, reflektieren, präsentieren), - Umgang mit Medien und anderen fachspezifischen Hilfsmitteln, - Anwenden und Ausführen fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen, - Anfertigen von schriftlichen Ausarbeitungen, - mündliche Überprüfungen und kurze schriftliche Lernkontrollen, - häusliche Vor- und Nachbereitung, - freie Leistungsvergleiche (z. B. Teilnahme an Schülerwettbewerben). <p>Bei kooperativen Arbeitsformen sind sowohl die individuelle Leistung als auch die Gesamtleistung der Gruppe in die Bewertung einzubeziehen. So finden neben methodisch-strategischen auch sozialkommunikative Leistungen Berücksichtigung.</p> <p>Die Grundsätze der Leistungsfeststellung und -bewertung müssen für Schülerinnen und Schüler sowie für die Erziehungsberechtigten transparent sein.</p>

Inhaltsbezogene Kompetenz: Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		Methoden, Medien / Weitere Materialien gemäß Methodencurriculum/Mediencurriculum / Fachbücher, Internet-Seiten, Software
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Elektrizität			
Die Schülerinnen und Schüler...			
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper. 	<ul style="list-style-type: none"> - skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung. - beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung. 	<ul style="list-style-type: none"> - skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung. - beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ typische Anwendungen: Kopiertechnik, Rauchgasreinigung
<ul style="list-style-type: none"> · nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke. · beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessung. 	<ul style="list-style-type: none"> · werten in diesem Zusammenhang Messreihen angeleitet aus. 	<ul style="list-style-type: none"> · werten in diesem Zusammenhang Messreihen aus. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke. · nennen die Definition der elektrischen Spannung als der pro Ladung übertragbaren Energie. · beschreiben den Zusammenhang zwischen der Feldstärke in einem Plattenkondensator und der anliegenden Spannung. · geben die Energiebilanz für einen freien geladenen Körper im elektrischen Feld eines Plattenkondensators an. 	<ul style="list-style-type: none"> · ermitteln angeleitet die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz. 	<ul style="list-style-type: none"> · ermitteln die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦

<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben den Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion. 	<ul style="list-style-type: none"> · führen angeleitet Experimente zum Entladevorgang durch. · ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen t-I-Zusammenhang. · begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten. · ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von t-I-Diagrammen. 	<ul style="list-style-type: none"> · führen selbstständig Experimente zum Entladevorgang durch. · ermitteln aus den Messdaten die Parameter R bzw. C des zugehörigen t-I-Zusammenhangs und stellen diesen mit der Exponentialfunktion zur Basis e dar. · begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten. · ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von t-I-Diagrammen. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦
<ul style="list-style-type: none"> · nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators. 	<ul style="list-style-type: none"> · führen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators durch. · beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen. 	<ul style="list-style-type: none"> · planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch. · beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen. · berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Einsatzmöglichkeit als Energiespeicher
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln. · ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld. · berechnen die magnetische Flussdichte B (Feldstärke B) im Inneren einer mit Luft gefüllten, schlanken Spule. · nennen die Definition der magnetischen Flussdichte B (Feldstärke B) in Analogie zur elektrischen Feldstärke. 	<ul style="list-style-type: none"> · ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln · erläutern ein Experiment zur Bestimmung von B mithilfe einer Stromwaage. · begründen die Definition mithilfe geeigneter Messdaten. 	<ul style="list-style-type: none"> · ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln · planen mit vorgegebenen Komponenten ein Experiment zur Bestimmung von B auf der Grundlage einer Kraftmessung. · führen ein Experiment zur Bestimmung von B durch und werten es aus. · begründen die Definition mithilfe dieser Messdaten. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die Bewegung von freien Elektronen <ul style="list-style-type: none"> - unter Einfluss der Lorentzkraft, - unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Quersfeld, - nur eA: im Wien-Filter. 	<ul style="list-style-type: none"> · begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven. 	<ul style="list-style-type: none"> · begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven. · leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Quersfeld her. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦

<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · beschreiben das physikalische Prinzip zur Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen mithilfe des Fadenstrahlrohres. 		<ul style="list-style-type: none"> · leiten dazu die Gleichung für die spezifische Ladung des Elektrons her und bestimmen die Elektronenmasse. 	♦
<ul style="list-style-type: none"> · erläutern die Entstehung der Hallspannung. 	<ul style="list-style-type: none"> · führen Experimente zur Messung von B mit einer Hallsonde durch. · skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule 	<ul style="list-style-type: none"> · leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her. · führen selbstständig Experimente zur Messung von B mit einer Hallsonde durch. · skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule 	♦
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ. 	<ul style="list-style-type: none"> · führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch. 	<ul style="list-style-type: none"> · führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch. 	♦
<p>Nur gA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · nennen den Zusammenhang zwischen Induktionsspannung und einer linearen zeitlichen Änderung von B 	<ul style="list-style-type: none"> · werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes für den Fall linearer Änderungen von B aus. 		♦
<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · wenden das Induktionsgesetz in differenzieller Form auf vorgegebene lineare und sinusförmige Verläufe von ϕ an. 		<ul style="list-style-type: none"> · begründen den Verlauf von t-U-Diagrammen für lineare und sinusförmige Änderungen von B oder A. · werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus. · stellen technische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar. 	♦

Inhaltsbezogene Kompetenz: Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		Methoden, Medien / Weitere Materialien gemäß Methodencurriculum/Mediencurriculum / Fachbücher, Internet-Seiten, Software
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Schwingungen und Wellen			
Die Schülerinnen und Schüler...			
<ul style="list-style-type: none"> stellen harmonische Schwingungen grafisch dar. beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Amplitude, Periodendauer und Frequenz. 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung. haben Erfahrungen im Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder Interface). 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung. haben Erfahrungen im Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder Interface). 	♦
<ul style="list-style-type: none"> geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels und das lineare Kraftgesetz an. 	<ul style="list-style-type: none"> bestätigen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell. 	<ul style="list-style-type: none"> untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell. ermitteln geeignete Ausgleichskurven. wenden diese Verfahren auf andere harmonische Oszillatoren an. 	♦
<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen. <p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Bedingung, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt. 		<ul style="list-style-type: none"> deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen t-s- und t-v-Diagramme. erläutern den Begriff Resonanz anhand eines Experiments. 	♦
<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises 		<ul style="list-style-type: none"> beschreiben in Analogie zum Feder-Masse-Pendel die Energieumwandlungen in einem Schwingkreis qualitativ. beschreiben ein Experiment zur Erzeugung einer Resonanzkurve. ermitteln die Abhängigkeit der Frequenz der Eigenschwingung von der Kapazität experimentell anhand eines Resonanzversuchs. beschreiben die Funktion eines RFID-Chips als technische Anwendung von Schwingkreisen. 	♦

<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen. · beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase. · geben den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz an. 	<ul style="list-style-type: none"> · verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung. · wenden die zugehörige Gleichung an 	<ul style="list-style-type: none"> · verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung. · begründen diesen Zusammenhang mithilfe der Zeigerdarstellung oder der Sinusfunktion. · wenden die zugehörige Gleichung an. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦
<ul style="list-style-type: none"> · vergleichen longitudinale und transversale Wellen. <p><i>nur eA:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> · beschreiben Polarisierbarkeit als Eigenschaft transversaler Wellen. 		<ul style="list-style-type: none"> · untersuchen experimentell die Winkelabhängigkeit der Intensität des durchgehenden Lichts bei einem Paar von Polarisationsfiltern. · interpretieren in diesem Zusammenhang das Quadrat der Zeigerlänge bzw. das Quadrat der Amplitude der zugehörigen Sinuskurve als Intensität. · stellen Bezüge zwischen dieser Kenntnis und Beobachtungen an einem LC-Display her. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: <ul style="list-style-type: none"> - <i>nur eA:</i> stehende Welle, - Michelson-Interferometer, - Doppelspalt. 	<ul style="list-style-type: none"> · verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung der aus dem Unterricht bekannten Situationen. · erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen. 	<ul style="list-style-type: none"> · verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung. · erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen. · erläutern die Veränderung des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦

<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · deuten die Schwebung als Überlagerung zweier Wellen unterschiedlicher Frequenz an einem Detektor <p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · beschreiben und deuten Interferenz bei der Bragg-Reflexion 			♦
<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · erläutern ein Experiment zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Luft 		<ul style="list-style-type: none"> · wenden ihre Kenntnisse über Interferenz auf die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in einem Medium an. 	♦
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von <ul style="list-style-type: none"> - nur eA: Ultraschall bei stehenden Wellen - Schall mit zwei Sendern, - Mikrowellen mit dem Michelson-Interferometer, - weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv / nur eA: subjektiv), - nur eA: Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion. 	<ul style="list-style-type: none"> · werten entsprechende Experimente angeleitet aus. · leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt vorstrukturiert und begründet her. · beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile auf der Grundlage einer vorgegebenen Skizze 	<ul style="list-style-type: none"> · werten entsprechende Experimente aus. · leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her. · wenden das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten an. · beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile · wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurbabstandes bei einer CD/DVD an. · erläutern ein Verfahren zur Strukturuntersuchung als technische Anwendung der Bragg-Reflexion 	♦

Inhaltsbezogene Kompetenz: Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		Methoden, Medien / Weitere Materialien gemäß Methodencurriculum/Mediencurriculum / Fachbücher, Internet-Seiten, Software
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Quantenobjekte			
Die Schülerinnen und Schüler...			
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre · ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung. <p><i>Nur eA:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> · nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses 	<ul style="list-style-type: none"> · deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern. · bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit. 	<ul style="list-style-type: none"> · deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern oder mithilfe der Bragg-Reflexion. · bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit. 	♦
<ul style="list-style-type: none"> · deuten die jeweiligen Interferenzmuster bei Doppelspaltexperimenten für einzelne Photonen bzw. Elektronen stochastisch. <p><i>Nur eA:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die wesentliche Aussage der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls 	<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität. 	<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität. · verwenden zur Deutung der Interferenzmuster die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung. · beschreiben den Zusammenhang zwischen der Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt und dem Quadrat der resultierenden Zeigerlänge bzw. der Amplitude der resultierenden Sinuskurve. · wenden ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z. B. kalte Neutronen) an. · erläutern an einem Mehrfachspaltexperiment die Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls. 	♦

<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers. <p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · interpretieren ein „Welcher-Weg“-Experiment unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität. 		<ul style="list-style-type: none"> · erläutern die Begriffe Komplementarität und Nichtlokalität mithilfe der Beobachtungen in einem „Welcher-Weg“-Experiment. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦
<ul style="list-style-type: none"> · erläutern die experimentelle Bestimmung der planckschen Konstante h mit LEDs in ihrer Funktion als Energiewandler 	<ul style="list-style-type: none"> · deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells. · überprüfen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz. 	<ul style="list-style-type: none"> · deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells. · überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦
<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotozelle. <p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> · erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen. 		<ul style="list-style-type: none"> · wenden ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation an. · deuten das zugehörige f-E-Diagramm. <ul style="list-style-type: none"> · ermitteln aus Röntgenbremsspektren einen Wert für die plancksche Konstante h. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦

Inhaltsbezogene Kompetenz: Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...		Methoden, Medien / Weitere Materialien gemäß Methodencurriculum/Mediencurriculum / Fachbücher, Internet-Seiten, Software
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Atomhülle			
Die Schülerinnen und Schüler...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle. nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell. 	<ul style="list-style-type: none"> wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an. beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells. 	<ul style="list-style-type: none"> wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an. leiten die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell her. beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells. 	♦
<ul style="list-style-type: none"> erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht ... <p>nur eA: ... und Röntgenstrahlung.</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern einen Franck-Hertz-Versuch. erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption. 	<ul style="list-style-type: none"> erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie. 	<ul style="list-style-type: none"> erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie. 	♦
<ul style="list-style-type: none"> erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata. beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema 	<ul style="list-style-type: none"> benutzen vorgelegte Energieniveau-schemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED. 	<ul style="list-style-type: none"> benutzen vorgelegte Energieniveau-schemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. erklären ein charakteristisches Röntgenspektrums auf der Grundlage dieser Kenntnisse. wenden die Balmerformel an. erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED. 	♦
<p>Nur eA:</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Grundlagen der Funktionsweise eines He-Ne-Lasers 		<ul style="list-style-type: none"> stellen diese unter Verwendung vorgegebener Darstellungen strukturiert und angemessen dar. beschreiben eine technische Anwendung, die auf der Nutzung eines Lasersystems beruht. 	♦

Inhaltsbezogene Kompetenz: Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...		Methoden, Medien / Weitere Materialien gemäß Methodencurriculum/Mediencurriculum / Fachbücher, Internet-Seiten, Software
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Atomkern			
Die Schülerinnen und Schüler...			
<ul style="list-style-type: none"> · erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten. · erläutern das Zerfallsgesetz 	<ul style="list-style-type: none"> · stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion aus. · erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung. 	<ul style="list-style-type: none"> · stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus. · übertragen dieses Vorgehen auf andere Abklingvorgänge. · beurteilen Gültigkeitsgrenzen der mathematischen Beschreibung aufgrund der stochastischen Natur der Strahlung. · erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung. · modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems. · wenden dieses Verfahren auf einen Mutter-Tochter-Zerfall an. 	♦
<ul style="list-style-type: none"> · stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf. 	<ul style="list-style-type: none"> · ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart. · beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung. 	<ul style="list-style-type: none"> · ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart. · beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung. 	♦

<ul style="list-style-type: none"> · erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung. · interpretieren ein α-Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe. 	<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm). · wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an. 	<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm). · wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an. · erläutern die Bedeutung der Bragg-Kurve in der Strahlentherapie. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦
<p><i>Nur eA:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> · beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf. 		<ul style="list-style-type: none"> · schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦

A 1 Operatoren

Ein wichtiger Bestandteil jeder Aufgabenstellung sind Operatoren. Sie bezeichnen als Handlungsverben diejenigen Tätigkeiten, die vom Prüfling bei der Bearbeitung von Prüfungsaufgaben ausgeführt werden sollen.

Operatoren werden durch den Kontext der Prüfungsaufgabe erst konkretisiert bzw. präzisiert: durch die Formulierung bzw. Gestaltung der Aufgabenstellung, durch den Bezug zu Textmaterialien / Abbildungen bzw. Problemstellungen, durch die Zuordnung zu Anforderungsbereichen im Erwartungshorizont. Aufgrund dieser vielfältigen wechselseitigen Abhängigkeiten lassen sich Operatoren zumeist nicht präzise einzelnen Anforderungsbereichen zuschreiben.

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
Abschätzen	durch begründetes Überlegen Größenordnungen physikalischer Größen angeben
Analysieren	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
Anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
Aufbauen eines Experiments	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
Aufstellen einer Hypothese	eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
Aufstellen einer Reaktionsgleichung	vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen.
Auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
Begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen
Beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
Bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen
Berechnen	numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen
Bestimmen	mittels Größengleichungen eine chemische oder physikalische Größe gewinnen
Beurteilen / Stellung nehmen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
Bewerten	einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
Darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben
Deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
diskutieren/erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS)	Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen
Durchführen eines Experiments	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
	umsetzen
Entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen: eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
Erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen
Erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
Ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
Erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
Herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen begründet eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftliche Größe erstellen
Nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen
Planen eines Experimentes	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen.
Protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
Skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen
Stellung nehmen (nun oben bei „Beurteilen“)	zu einem Gegenstand, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben.
Überprüfen / Prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
Verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
Vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen
Zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
Zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen

A 2 Zur Rolle von Aufgaben

Aufgaben haben verschiedene Funktionen. Sie können im Unterricht eingesetzt werden zum Lernen, zum Üben, zur Überprüfung des Kompetenzerwerbs (Eigen- und Fremddiagnostik) und zur Leistungsbewertung. Entsprechend ihrer Funktion müssen sie unterschiedlich gestaltet werden. In der Einstiegsphase können Aufgaben eine Fragehaltung und ein Problembewusstsein bei den Schülerinnen und Schülern erzeugen. In der Erarbeitungsphase helfen Aufgaben den Schülerinnen und Schülern beim Erfassen neuer Begriffe, Gesetze, Konzepte und Verfahren. Dabei müssen diese Aufgaben in angemessener Weise strukturiert sein und sich sowohl auf das Vorwissen als auch auf die jeweils anzustrebende Kompetenz beziehen. Rückmeldungen über mögliche Verständnisschwierigkeiten oder Lösungswege dienen in dieser Phase als Orientierung und unterstützen so den Kompetenzerwerb.

In der Übungsphase sollen Lernergebnisse gesichert, vertieft und transferiert werden. Die hier verwendeten Aufgaben ermöglichen variantenreiches Üben in leicht veränderten Zusammenhängen. Sie lassen nach Möglichkeit unterschiedliche Lösungswege zu und fordern zum kreativen Umgang mit der Physik heraus. Fehlerhafte Lösungen und Irrwege können dabei vielfach als neue Lernanlässe genutzt werden.

Die Auseinandersetzung mit Lernaufgaben unterstützt die Schülerinnen und Schüler daher wesentlich beim Kompetenzaufbau. Ausgehend vom Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler sind Aufgaben so zu konstruieren, dass sowohl prozessbezogene als auch inhaltsbezogene Kompetenzen Anwendung finden bzw. erworben werden können. Besondere Möglichkeiten zur Förderung prozessbezogener Kompetenzen ergeben sich durch Aufgaben, die sich auf ein Schülerexperiment beziehen.

Die Lernenden erleben ihren Kompetenzzuwachs bei der Auseinandersetzung mit physikalischen Sachverhalten und entwickeln langfristig eine positive Einstellung gegenüber der Physik. Bei Aufgaben zum Kompetenznachweis ist darauf zu achten, dass die gestellten Anforderungen für die Schülerinnen und Schüler im Vorfeld transparent sind. Dies geschieht insbesondere durch die Verwendung geeigneter Operatoren (siehe Anhang A 1) bei der Formulierung von Aufgaben. Art und Inhalt der Aufgabenstellungen sind entsprechend dem unterrichtlichen Vorgehen anzulegen, dabei kommt es auf ein ausgewogenes Verhältnis von inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Anforderungen an. Dies ist in der Regel in einem experimentellen Kontext oder durch Arbeit an Texten oder anderen Medien zu erreichen, wenn dabei der Unterrichtsgegenstand von verschiedenen Seiten aus betrachtet werden kann. Bei der Planung ist zu berücksichtigen, dass die Bearbeitung von Aufgaben zur Überprüfung prozessbezogener Kompetenzen einen hohen Zeitanteil beansprucht. Dies trifft in besonderem Maße zu, wenn Schülerexperimente zugrunde gelegt werden.

Bei einer so gestalteten Leistungsaufgabe sind entsprechend den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) Physik alle drei Anforderungsbereiche (AFB) zu berücksichtigen, dabei liegt der Schwerpunkt im AFB II, den AFB I gilt es deutlich stärker zu berücksichtigen als den AFB III.

Anforderungsbereich I

Im Anforderungsbereich I beschränken sich die Aufgabenstellungen auf die Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden, das Darstellen von Sachverhalten in vorgegebener Form sowie die Darstellung einfacher Bezüge.

Anforderungsbereich II

Im Anforderungsbereich II verlangen die Aufgabenstellungen die Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Anwendung von Kommunikationsformen, die Wiedergabe von Bewertungsansätzen sowie das Herstellen einfacher Bezüge.

Anforderungsbereich III

Im Anforderungsbereich III verlangen die Aufgabenstellungen das problembezogene Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsformen, das Herstellen von Bezügen und das Bewerten von Sachverhalten.