

Ministerium für Bildung,
Jugend und Sport
Land Brandenburg

Vorläufiger Rahmenlehrplan

für den Unterricht in der
gymnasialen Oberstufe im
Land Brandenburg



Physik

IMPRESSUM

Erarbeitung

Dieser Vorläufige Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet. Der Vorläufige Rahmenlehrplan beruht auf dem Kerncurriculum aus dem Jahr 2006, das in einem länderübergreifenden Projekt vom Berliner Landesinstitut für Schule und Medien (LISUM), vom Landesinstitut für Schule und Medien Brandenburg (LISUM Bbg) und vom Landesinstitut für Schule und Ausbildung Mecklenburg-Vorpommern (L.I.S.A.) erarbeitet wurde.

Herausgeber

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

Gültigkeit des Vorläufigen Rahmenlehrplans

Gültig ab 1. August 2011

Der Vorläufige Rahmenlehrplan ist ab dem Schuljahr 2011/2012 Grundlage für die Erarbeitung des schulinternen Curriculums. Er gilt für alle Schülerinnen und Schüler, die ab dem Schuljahr 2012/2013 in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe eintreten oder diese aus anderen Gründen beginnen.

Rahmenlehrplannummer

403016.11

1. Auflage 2011

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Der Herausgeber behält sich alle Rechte einschließlich Übersetzung, Nachdruck und Vervielfältigung des Werkes vor. Kein Teil des Werkes darf ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Dieses Verbot gilt nicht für die Verwendung dieses Werkes für Zwecke der Schulen und ihrer Gremien.

Inhaltsverzeichnis

Einführungsphase an der Gesamtschule und am beruflichen Gymnasium V

Kerncurriculum für die Qualifikationsphase

1	Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	5
1.1	Grundsätze	5
1.2	Lernen und Unterricht.....	6
1.3	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung	7
2	Beitrag des Faches Physik zum Kompetenzerwerb.....	9
2.1	Fachprofil	9
2.2	Fachbezogene Kompetenzen.....	9
3	Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards.....	12
3.1	Eingangsvoraussetzungen	12
3.2	Abschlussorientierte Standards.....	13
4	Kompetenzen und Inhalte.....	18
4.1	Eigenschaften und Anwendungen von Feldern	19
4.2	Elektromagnetische Induktion, Schwingungen und Wellen.....	20
4.3	Quantenobjekte und atomare Systeme	21
4.4	Radioaktivität, Atomkerne.....	22
4.5	Eigenschaften und Anwendungen von Feldern	23
4.6	Elektromagnetische Induktion, Schwingungen und Wellen.....	25
4.7	Quantenobjekte und atomare Systeme	27
4.8	Radioaktivität, Atomkerne.....	29

Ergänzungen

5	Kurshalbjahre	30
---	---------------------	----

Einführungsphase an der Gesamtschule und am beruflichen Gymnasium

Zielsetzung

Im Unterricht der Einführungsphase vertiefen und erweitern die Schülerinnen und Schüler die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und bereiten sich auf die Arbeit in der Qualifikationsphase vor. Spätestens am Ende der Einführungsphase erreichen sie die für ein erfolgreiches Lernen in der Qualifikationsphase notwendigen Voraussetzungen.

Die für die Qualifikationsphase beschriebenen Grundsätze für Unterricht und Erziehung sowie die Ausführungen zum Beitrag des Faches zum Kompetenzerwerb gelten für die Einführungsphase entsprechend. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, Stärken weiterzuentwickeln und Defizite auszugleichen. Sie vertiefen bzw. erwerben fachbezogen und fachübergreifend Grundlagen für wissenschaftspropädeutisches Arbeiten und bewältigen zunehmend komplexe Aufgabenstellungen selbstständig. Hierzu gehören auch die angemessene Verwendung der Sprache und die Nutzung von funktionalen Lesestrategien. Dabei wenden sie fachliche und methodische Kenntnisse und Fertigkeiten mit wachsender Sicherheit selbstständig an.

Zur Vorbereitung auf die Arbeit in der jeweiligen Kursform erhalten sie individuelle Lernspielräume und werden von ihren Lehrkräften unterstützt und beraten. Notwendig ist darüber hinaus das Hinführen zur schriftlichen Bearbeitung umfangreicherer Aufgaben im Hinblick auf die Klausuren in der gymnasialen Oberstufe.

In der Einführungsphase kommen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Kenntnissen und Fähigkeiten zusammen. Aufgabe des Unterrichts der Einführungsphase ist es, das im Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I formulierte Drei-Schlüssel-Niveau zu erreichen. Je nach Interessen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden fachspezifische Verfahren, Techniken und Strategien im Hinblick auf die Anforderungen des Kurses vertieft, indem z. B. binnendifferenziert gearbeitet und dabei die Herausbildung größerer Lernerautonomie gefördert wird.

1 Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe

1.1 Grundsätze

In der Qualifikationsphase erweitern und vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihre bis dahin erworbenen Kompetenzen mit dem Ziel, sich auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung vorzubereiten. Sie handeln zunehmend selbstständig und übernehmen Verantwortung in gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen. Die Grundlagen für das Zusammenleben und -arbeiten in einer demokratischen Gesellschaft und für das friedliche Zusammenleben der Völker sind ihnen vertraut. Die Lernenden erweitern ihre interkulturelle Kompetenz und bringen sich im Dialog und in der Kooperation mit Menschen unterschiedlicher kultureller Prägung aktiv und gestaltend ein. Eigene und gesellschaftliche Perspektiven werden von ihnen zunehmend sachgerecht eingeschätzt. Die Lernenden übernehmen Verantwortung für sich und ihre Mitmenschen, für die Gleichberechtigung der Menschen ungeachtet des Geschlechts, der Abstammung, der Sprache, der Herkunft, einer Behinderung, der religiösen und politischen Anschauungen, der sexuellen Identität und der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellung. Im Dialog zwischen den Generationen nehmen sie eine aktive Rolle ein. Sie setzen sich mit wissenschaftlichen, technischen, rechtlichen, politischen, sozialen und ökonomischen Entwicklungen auseinander, nutzen deren Möglichkeiten und schätzen Handlungsspielräume, Perspektiven und Folgen zunehmend sachgerecht ein. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und eröffnen sich somit vielfältige Handlungsalternativen.

Der beschleunigte Wandel einer von Globalisierung geprägten Welt erfordert ein dynamisches Modell des Kompetenzerwerbs, das auf lebenslanges Lernen und die Bewältigung vielfältiger Herausforderungen im Alltags- und Berufsleben ausgerichtet ist. Hierzu durchdringen die Schülerinnen und Schüler zentrale Zusammenhänge grundlegender Wissensbereiche, erkennen die Funktion und Bedeutung vielseitiger Erfahrungen und lernen, vorhandene sowie neu erworbene Fähigkeiten und Fertigkeiten miteinander zu verknüpfen. Die Lernenden entwickeln ihre Fähigkeiten im Umgang mit Sprache und Wissen weiter und setzen sie zunehmend situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht ein.

Kompetenzerwerb

Die Eingangsvoraussetzungen verdeutlichen den Stand der Kompetenzentwicklung, den die Lernenden beim Eintritt in die Qualifikationsphase erreicht haben sollten. Mit entsprechender Eigeninitiative und gezielter Förderung können auch Schülerinnen und Schüler die Qualifikationsphase erfolgreich absolvieren, die die Eingangsvoraussetzungen zu Beginn der Qualifikationsphase noch nicht im vollen Umfang erreicht haben.

Standardorientierung

Mit den abschlussorientierten Standards wird verdeutlicht, über welche fachlichen und überfachlichen Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler in der Abiturprüfung verfügen müssen. Die Standards bieten damit Lernenden und Lehrenden Orientierung für erfolgreiches Handeln und bilden einen wesentlichen Bezugspunkt für die Unterrichtsgestaltung, für das Entwickeln von Konzepten zur individuellen Förderung sowie für ergebnisorientierte Beratungsgespräche.

Für die Kompetenzentwicklung sind zentrale Themenfelder und Inhalte von Relevanz, die sich auf die Kernbereiche der jeweiligen Fächer konzentrieren und sowohl fachspezifische als auch überfachliche Zielsetzungen deutlich werden lassen. So erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit zum exemplarischen Lernen und zum Erwerb einer vertieften und erweiterten allgemeinen sowie wissenschaftspropädeutischen Bildung. Dabei wird stets der Bezug zur Erfahrungswelt der Ler-

Themenfelder und Inhalte

nenden und zu den Herausforderungen an die heutige sowie perspektivisch an die zukünftige Gesellschaft hergestellt.

Die Schülerinnen und Schüler entfalten anschlussfähiges und vernetztes Denken und Handeln als Grundlage für lebenslanges Lernen, wenn sie die in einem Lernprozess erworbenen Kompetenzen auf neue Lernbereiche übertragen und für eigene Ziele und Anforderungen in Schule, Studium, Beruf und Alltag nutzbar machen können.

Diesen Erfordernissen trägt das Kerncurriculum durch die Auswahl der Themenfelder und Inhalte Rechnung, bei der nicht nur die Systematik des Faches, sondern vor allem der Beitrag zum Kompetenzerwerb berücksichtigt werden.

Schulinternes Curriculum

Das Kerncurriculum ist die verbindliche Basis für die Gestaltung des schulinternen Curriculums, in dem der Bildungs- und Erziehungsauftrag von Schule standortspezifisch konkretisiert wird. Dazu werden fachbezogene, fachübergreifende und fächerverbindende Entwicklungsschwerpunkte sowie profilbildende Maßnahmen festgelegt.

Die Kooperation innerhalb der einzelnen Fachbereiche ist dabei von ebenso großer Bedeutung wie fachübergreifende Absprachen und Vereinbarungen. Beim Erstellen des schulinternen Curriculums werden regionale und schulspezifische Besonderheiten sowie die Neigungen und Interessenlagen der Lernenden einbezogen. Dabei arbeiten alle an der Schule Beteiligten zusammen und nutzen auch die Anregungen und Kooperationsangebote externer Partner.

Zusammen mit dem Kerncurriculum nutzt die Schule das schulinterne Curriculum als ein prozessorientiertes Steuerungsinstrument im Rahmen von Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Im schulinternen Curriculum werden überprüfbare Ziele formuliert, die die Grundlage für eine effektive Evaluation des Lernens und des Unterrichts in der Qualifikationsphase bilden.

1.2 Lernen und Unterricht

Mitverantwortung und Mitgestaltung von Unterricht

Lernen und Lehren in der Qualifikationsphase müssen dem besonderen Entwicklungsabschnitt Rechnung tragen, in dem die Jugendlichen zu jungen Erwachsenen werden. Dies geschieht vor allem dadurch, dass die Lernenden Verantwortung für den Lernprozess und den Lernerfolg übernehmen und sowohl den Unterricht als auch das eigene Lernen aktiv selbst gestalten.

Lernen als individueller Prozess

Beim Lernen konstruiert jede Einzelne/jeder Einzelne ein für sich selbst bedeutsames Abbild der Wirklichkeit auf der Grundlage ihres/seines individuellen Wissens und Könnens sowie ihrer/seiner Erfahrungen und Einstellungen.

Dieser Tatsache wird durch eine Lernkultur Rechnung getragen, in der sich die Schülerinnen und Schüler ihrer eigenen Lernwege bewusst werden, diese weiterentwickeln sowie unterschiedliche Lösungen reflektieren und selbstständig Entscheidungen treffen. So wird lebenslanges Lernen angebahnt und die Grundlage für motiviertes, durch Neugier und Interesse geprägtes Handeln ermöglicht. Fehler und Umwege werden dabei als bedeutsame Bestandteile von Erfahrungs- und Lernprozessen angesehen.

Phasen des Anwendens

Neben der Auseinandersetzung mit dem Neuen sind Phasen des Anwendens, des Übens, des Systematisierens sowie des Vertiefens und Festigens für erfolgreiches Lernen von großer Bedeutung. Solche Lernphasen ermöglichen auch die gemeinsame Suche nach Anwendungen für neu erworbenes Wissen und verlangen eine variantenreiche Gestaltung im Hinblick auf Übungssituationen, in denen vielfältige Methoden und Medien zum Einsatz gelangen.

Lernumgebungen werden so gestaltet, dass sie das selbst gesteuerte Lernen von Schülerinnen und Schülern fördern. Sie unterstützen durch den Einsatz von Medien sowie zeitgemäßer Kommunikations- und Informationstechnik sowohl die Differenzierung individueller Lernprozesse als auch das kooperative Lernen. Dies trifft sowohl auf die Nutzung von multimedialen und netzbasierten Lernarrangements als auch auf den produktiven Umgang mit Medien zu. Moderne Lernumgebungen ermöglichen es den Lernenden, eigene Lern- und Arbeitsziele zu formulieren und zu verwirklichen sowie eigene Arbeitsergebnisse auszuwerten und zu nutzen.

Lernumgebung

Die Integration geschlechtsspezifischer Perspektiven in den Unterricht fördert die Wahrnehmung und Stärkung der Lernenden mit ihrer Unterschiedlichkeit und Individualität. Sie unterstützt die Verwirklichung von gleichberechtigten Lebensperspektiven. Die Schülerinnen und Schüler werden bestärkt, unabhängig von tradierten Rollenfestlegungen Entscheidungen über ihre berufliche und persönliche Lebensplanung zu treffen.

Gleichberechtigung von Mann und Frau

Durch fachübergreifendes Lernen werden Inhalte und Themenfelder in größerem Kontext erfasst, außerfachliche Bezüge hergestellt und gesellschaftlich relevante Aufgaben verdeutlicht. Die Vorbereitung und Durchführung von fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben und Projekten fördern die Zusammenarbeit der Lehrkräfte und ermöglichen allen Beteiligten eine multiperspektivische Wahrnehmung.

Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen

Im Rahmen von Projekten, an deren Planung und Organisation sich die Schülerinnen und Schüler aktiv beteiligen, werden über Fächergrenzen hinaus Lernprozesse vollzogen und Lernprodukte erstellt. Dabei nutzen Lernende überfachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten auch zum Dokumentieren und Präsentieren. Auf diese Weise bereiten sie sich auf das Studium und ihre spätere Berufstätigkeit vor.

Projektarbeit

Außerhalb der Schule gesammelte Erfahrungen, Kenntnisse und erworbene Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden in die Unterrichtsarbeit einbezogen. Zur Vermittlung solcher Erfahrungen werden ebenso die Angebote außerschulischer Lernorte, kultureller oder wissenschaftlicher Einrichtungen sowie staatlicher und privater Institutionen genutzt. Die Teilnahme an Projekten und Wettbewerben, an Auslandsaufenthalten und internationalen Begegnungen hat ebenfalls eine wichtige Funktion; sie erweitert den Erfahrungshorizont der Schülerinnen und Schüler und trägt zur Stärkung ihrer interkulturellen Handlungsfähigkeit bei.

Einbeziehung außerschulischer Erfahrungen

1.3 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Wichtig für die persönliche Entwicklung der Schülerinnen und Schüler ist eine individuelle Beratung, die die Stärken der Lernenden aufgreift und Lernergebnisse nutzt, um Lernfortschritte auf der Grundlage nachvollziehbarer Anforderungs- und Bewertungskriterien zu beschreiben und zu fördern.

So lernen die Schülerinnen und Schüler, ihre eigenen Stärken und Schwächen sowie die Qualität ihrer Leistungen realistisch einzuschätzen und kritische Rückmeldungen und Beratung als Chance für die persönliche Weiterentwicklung zu verstehen. Sie lernen außerdem, anderen Menschen faire und sachliche Rückmeldungen zu geben, die für eine produktive Zusammenarbeit und ein erfolgreiches Handeln unerlässlich sind.

Die Anforderungen in Aufgabenstellungen orientieren sich im Verlauf der Qualifikationsphase zunehmend an der Vertiefung von Kompetenzen und den im Kerncurriculum beschriebenen abschlussorientierten Standards sowie an den Aufgabenformen und der Dauer der Abiturprüfung. Die Aufgabenstellungen sind so offen, dass sie von den Lernenden eine eigene Gestaltungsleistung abverlangen. Die von den Schülerinnen und Schülern geforderten Leistungen orientieren sich an lebens- und arbeitsweltbezogenen Textformaten und Aufgabenstellungen, die einen Beitrag zur

Aufgabenstellungen

Vorbereitung der Lernenden auf ihr Studium und ihre spätere berufliche Tätigkeit liefern.

Schriftliche Leistungen

Neben den Klausuren fördern umfangreichere schriftliche Arbeiten in besonderer Weise bewusstes methodisches Vorgehen und motivieren zu eigenständigem Lernen und Forschen.

Mündliche Leistungen

Auch den mündlichen Leistungen kommt eine große Bedeutung zu. In Gruppen und einzeln erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, ihre Fähigkeit zum reflektierten und sachlichen Diskurs und Vortrag und zum mediengestützten Präsentieren von Ergebnissen unter Beweis zu stellen.

Praktische Leistungen

Praktische Leistungen können in allen Fächern eigenständig oder im Zusammenhang mit mündlichen oder schriftlichen Leistungen erbracht werden. Die Schülerinnen und Schüler erhalten so die Gelegenheit, Lernprodukte selbstständig allein und in Gruppen herzustellen und wertvolle Erfahrungen zu sammeln.

2

Beitrag des Faches Physik zum Kompetenzerwerb**2.1 Fachprofil**

Die Schülerinnen und Schüler nehmen die Natur unter physikalischen Aspekten wahr. Sie beschreiben und erklären physikalische Phänomene, kommunizieren über physikalische Sachverhalte und sind in der Lage, auf der Grundlage von physikalischem Wissen persönlich, sachbezogen und kritikoffen Stellung zu beziehen.

Die Entwicklung physikalischer Erkenntnisse ist ein historisch-dynamischer Prozess. Die Verfügbarkeit physikalischen Wissens stellt eine wesentliche Voraussetzung für verantwortungsbewusstes, gesellschaftspolitisches Handeln und sachbezogenes, öffentliches Diskutieren physikalischer Themen dar.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft. Dabei besitzen das Formalisieren und das Mathematisieren physikalischer Sachverhalte einen hohen Stellenwert. Hierdurch wird ein wichtiger Beitrag zur Entwicklung abstrakten und funktionalen Denkens geleistet.

Die Schülerinnen und Schüler wenden physikalische Methoden an, die auch in anderen lebensweltlichen Zusammenhängen von Bedeutung sind, wie z. B. das Aufstellen und das Prüfen von Hypothesen und das Experimentieren.

Die Schülerinnen und Schüler erwerben grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten, die ihnen das Verstehen und Beherrschen physikalisch-technischer Geräte und Systeme in der Alltagswelt ermöglichen bzw. erleichtern.

Eine große Zahl von Studien- und Ausbildungsgängen setzt physikalische Kenntnisse und Fähigkeiten voraus. Der Erwerb entsprechender Kompetenzen stellt somit eine wichtige Voraussetzung für den Übergang der Schülerinnen und Schüler in das Studium und in das Berufsleben dar.

Bei der Behandlung verschiedener Inhalte ist die Verdeutlichung übergreifender Konzepte der Physik von besonderer Wichtigkeit. Hierdurch kann den Schülerinnen und Schülern eine systematische Wissensaneignung erleichtert werden, die sich nicht vordergründig an physikalischen Inhalten, sondern an den wesentlichen Prinzipien und Konzepten der Physik orientiert. Hierzu können zählen: Universalität der Naturgesetze, Objektivierung und Mathematisierung, Determinismus, Indeterminismus, Erhaltung, Symmetrie, Kausalität, System – Teilsystem, Wechselwirkung, Energie.

2.2 Fachbezogene Kompetenzen

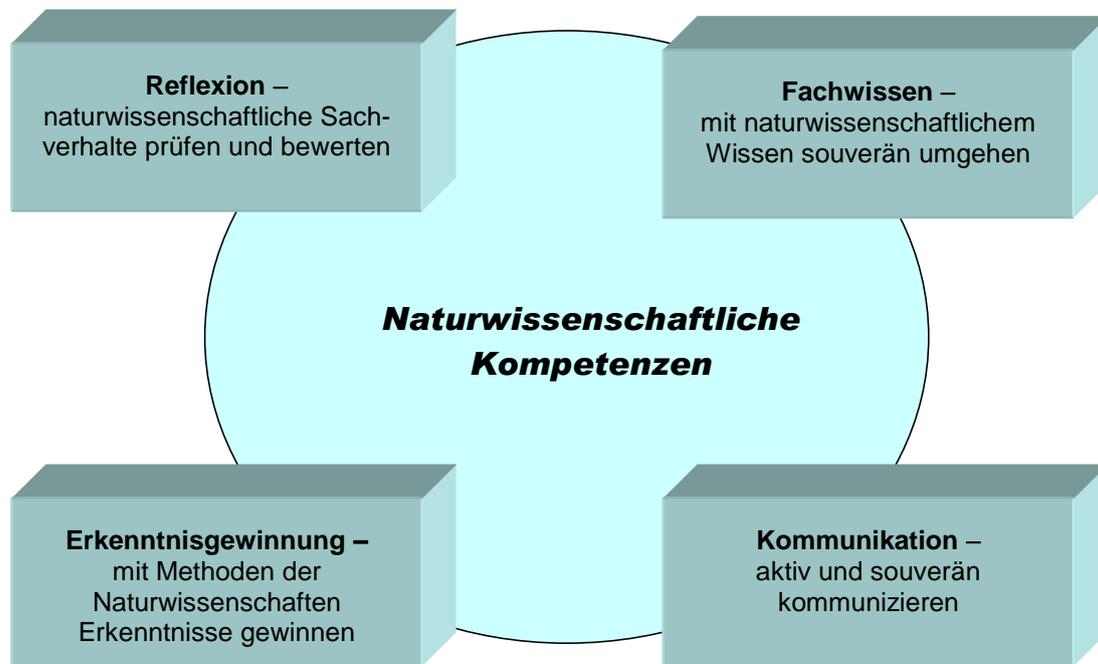
Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt unabhängig von der speziellen Fachrichtung häufig nach ähnlichen Prinzipien. Daher weisen die im Fach Physik und die in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern zu erwerbenden Kompetenzen viele Gemeinsamkeiten auf. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten zu geben, sind nachfolgend die Kompetenzen für die naturwissenschaftlichen Fächer gemeinsam beschrieben. In den Eingangsvoraussetzungen und in den abschlussorientierten Standards werden sie auf das Fach Physik bezogen und die Anforderungen für den Kurs auf dem grundlegenden Anforderungsniveau und für den Kurs auf dem erhöhten Anforderungsniveau beschrieben.

Der Kompetenzerwerb in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe erfolgt aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften, ihrer Wechselbeziehung zur Gesellschaft, zur Umwelt und zur Technik.

Bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erschließen, verwenden und reflektieren die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Konzepte und Ideen der Na-

turwissenschaften. Mit ihrer Hilfe verknüpfen sie nachhaltig neue Erkenntnisse mit bereits vorhandenem Wissen.

Sie bilden diejenigen Kompetenzen weiter aus, mit deren Hilfe sie naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen, Probleme unter Verwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden lösen, über naturwissenschaftliche Themen kommunizieren und auf der Grundlage der Kenntnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge Entscheidungen verantwortungsbewusst treffen und reflektieren.



Fachwissen – mit naturwissenschaftlichem Wissen souverän umgehen

Fachwissen wird hier funktional im Sinne der Anwendung von Kenntnissen verstanden. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler identifizieren naturwissenschaftliche Aspekte in alltäglichen Situationen und setzen diese in Beziehung zu ihren naturwissenschaftlichen Kenntnissen und Erfahrungen. Mithilfe ihres Wissens bringen sie sich in die Diskussion alltäglicher und naturwissenschaftlicher Probleme ein. Bei der Bearbeitung bisher unbekannter naturwissenschaftlicher Problem- und Fragestellungen verwenden sie ihre vorhandenen Kenntnisse, ihre methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie heuristische Strategien und erschließen sich ggf. weitere erforderliche Informationen auch aus fremdsprachigen Texten. Sie deuten und präsentieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Kenntnissen.

Erkenntnisgewinnung – mit den Methoden der Naturwissenschaften Erkenntnisse gewinnen

Die Schülerinnen und Schüler wenden die Methoden und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften an, um neue Erkenntnisse über naturwissenschaftliche Erscheinungen und Sachverhalte zu erwerben oder zu bestätigen und um das Auftreten bisher unbekannter Phänomene vorauszusagen. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler erfassen natürliche Phänomene oder technische Effekte zielorientiert, indem sie beobachten und messen. Sie werten die Beobachtungs- und Messdaten mithilfe mathematischer oder vergleichender Methoden aus. Sie reflektieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Erkenntnissen. Sie entwickeln dabei neue Modelle oder modifizieren vorhandene. Mithilfe von Modellen beschreiben, erklären und prognostizieren sie natürliche Phänomene und technische Effekte.

Kommunikation – aktiv und souverän kommunizieren

Die sichere Anwendung aller Formen der Kommunikation, ebenfalls unter Verwendung von Fremdsprachen, ist eine wichtige Voraussetzung für die aktive Teilnahme am politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Leben sowie für wissenschaftliches Arbeiten. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren und vermitteln naturwissenschaftliche Phänomene, Vorgänge, Sachverhalte und Zusammenhänge unter Verwendung der Fachsprache situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht. Sie nutzen Medien und Technologien zum Präsentieren unterschiedlicher Inhalte und reflektieren deren Einsatz.

Reflexion – naturwissenschaftliche Sachverhalte prüfen und bewerten

Die mit naturwissenschaftlichen Methoden gewonnenen Erkenntnisse sowie deren Anwendung haben Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft. Daraus resultiert die Forderung nach einem bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit ihnen.

Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler hinterfragen und überprüfen naturwissenschaftliche Aussagen und Situationen und bewerten diese in Relation zu den vorhandenen Informationen. Sie setzen naturwissenschaftliche Aussagen in Beziehung zu gesellschaftlich relevanten Fragestellungen. Sie prüfen, diskutieren und bewerten Anwendungsmöglichkeiten und deren individuelle sowie gesellschaftliche Folgen in Bereichen wie Technik, Gesundheit und Umwelt. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und finden dabei für sich verschiedene Handlungsmöglichkeiten.

3 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards

3.1 Eingangsvoraussetzungen

Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen. Diese sind in den Eingangsvoraussetzungen dargestellt. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen sie, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Die Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

Fachwissen – mit physikalischem Wissen souverän umgehen

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen ihr Wissen über physikalische Grundprinzipien (z. B. Erhaltungssätze, Relativität), Größenordnungen der Werte physikalischer Größen, Messvorschriften, Naturkonstanten sowie physikalische Gesetze und Modelle dar,
- beschreiben Phänomene zum Teil in der Fachsprache und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück,
- erklären Phänomene mithilfe physikalischen Wissens,
- wenden ihr Wissen in verschiedenen Kontexten aus Natur und Technik an,
- beschreiben wesentliche Funktionen eines Experiments,
- ordnen Ergebnisse der Texterschließung und Informationsbeschaffung in vorhandene Wissensstrukturen ein.

Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Physik Erkenntnisse gewinnen

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln aus Beobachtungen physikalische Fragestellungen an die Natur,
- prüfen und ordnen vorgegebene Daten und Informationen für die Bearbeitung von Aufgaben und Problemen,
- wenden an Beispielen Analogien zum Lösen von Aufgaben und Problemen an,
- wenden exemplarisch Analogien und Modellvorstellungen zur Wissensgenerierung an,
- entwickeln exemplarisch Modellvorstellungen für einfache physikalische Strukturen und Funktionen und geben Grenzen der Modelle an,
- planen einfache Experimente auf der Basis der Kenntnis von Mess- und Experimentiergeräten, führen sie durch, dokumentieren die Ergebnisse mithilfe von Messreihen, Tabellen, Diagrammen und einer Fehlerbetrachtung, auch unter Nutzung des Computers,
- wenden einfache Verfahren der Mathematik an, formen Gleichungen um und berechnen Größen aus Formeln.

Kommunikation – aktiv und souverän über physikalische Sachverhalte kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen physikalisches Wissen und physikalische Erkenntnisse in unterschiedlichen Formen dar,
- wenden eine angemessene Fachsprache an und unterscheiden zwischen Fach- und Alltagssprache,
- diskutieren Arbeitsergebnisse und Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten,
- präsentieren physikalisches Wissen und Arbeitsergebnisse.

Reflexion – physikalische Sachverhalte prüfen und bewerten

Die Schülerinnen und Schüler

- vergleichen und bewerten alternative technische Lösungen unter Berücksichtigung physikalischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte,
- beschreiben an ausgewählten Beispielen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen,
- beschreiben Naturvorgänge unter physikalischer Perspektive sowie Anwendungen der Physik in der Technik,
- erläutern an einfachen Beispielen die Wechselbeziehungen zwischen gesellschaftlicher Entwicklung und dem Entwicklungsstand der Physik,
- erläutern und bewerten Nutzungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse in der Technik und ordnen Gefahren des möglichen Missbrauchs für Mensch und Natur sachlich ein.

3.2 Abschlussorientierte Standards

Im Hinblick auf die zu vermittelnden Kompetenzen unterscheiden sich die Anforderungen in den Kursen auf grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau hinsichtlich der nachfolgend aufgeführten Aspekte voneinander:

- in der Tiefe und in der Sicherheit, mit denen über physikalisches Wissen und über physikalische Methoden verfügt wird,
- im Grad der Systematisierung des erworbenen Wissens,
- im Grad der Selbstständigkeit, mit der physikalisches Wissen und physikalische Methoden angewendet werden, insbesondere hinsichtlich der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten sowie hinsichtlich des Umfangs des Computereinsatzes bei der Bearbeitung physikalischer Fragestellungen,
- im Grad der Mathematisierung und Modellierung, mit der physikalische Sachverhalte bearbeitet werden, insbesondere mit Blick auf eine vertiefte Anwendung mathematischer Methoden aus Vektor-, Differenzial- und Integralrechnung,
- im Grad der Komplexität und Vernetzung der Unterrichtskontexte,
- in der Qualität und Quantität der Verwendung der Fachsprache.

Fachwissen – mit physikalischem Wissen souverän umgehen

Grundlegendes Anforderungsniveau	Erhöhtes Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler	
<ul style="list-style-type: none"> – stellen ihr Basiswissen zu den zentralen physikalischen Teilgebieten Felder, Wellen, Quanten und Struktur der Materie dar, wenden es zur Lösung von Aufgaben und Problemen an und führen konkrete Berechnungen durch, – wenden ihr Wissen über physikalische Grundprinzipien (z. B. Erhaltungssätze, Kausalität, Systemgedanken) an, – stellen zentrale historische und erkenntnistheoretische Gegebenheiten dar, – erläutern verschiedene Funktionen eines Experiments (Phänomenbeobachtung, Entscheidungsfunktion in Bezug auf Hypothesen, Initialfunktion in Bezug auf Ideen, Grundlagenfunktion in Bezug auf Theorien), 	
<ul style="list-style-type: none"> – untersuchen mithilfe von Simulationen die Zusammenhänge physikalischer Größen, 	<ul style="list-style-type: none"> – entwickeln mathematische Modelle zur Beschreibung zeitlich veränderlicher Größen auf der Grundlage von Änderungsraten unter Anwendung von Tabellenkalkulations- oder Modellbildungssoftware,
<ul style="list-style-type: none"> – beschreiben Zusammenhänge im physikalischen Begriffsgebäude. 	<ul style="list-style-type: none"> – ordnen eigenständig physikalische Begriffe in übergeordnete strukturelle bzw. theoretische Zusammenhänge ein und erläutern Zusammenhänge.

Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Physik Erkenntnisse gewinnen

Grundlegendes Anforderungsniveau	Erhöhtes Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler	
<ul style="list-style-type: none"> – erläutern die Methode der Physik, die durch Beobachtung, Beschreibung, Begriffsbildung, Experiment, Reduktion, Idealisierung, Modellierung, Mathematisierung gekennzeichnet ist, 	
<ul style="list-style-type: none"> – beobachten und experimentieren ggf. unter Anleitung zur Informationsgewinnung, 	<ul style="list-style-type: none"> – beobachten und experimentieren vorwiegend selbstständig zur Informationsgewinnung,
<ul style="list-style-type: none"> – wenden eigenes Wissen über experimentelles Arbeiten (Planung, Durchführung, Dokumentation, Auswertung) zum Teil unter Anleitung an, 	<ul style="list-style-type: none"> – wenden eigenes Wissen über experimentelles Arbeiten (Planung, Durchführung, Dokumentation, Auswertung) an,
<ul style="list-style-type: none"> – stellen physikalische Größen in geeigneten Diagrammen grafisch dar und berechnen damit physikalische relevante Parameter, z. B. aus Flächen, Anstiegen, Achsenschnittpunkten, 	
<ul style="list-style-type: none"> – analysieren Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen und berechnen Parameter, 	
	<ul style="list-style-type: none"> – leiten mithilfe von grafischen Darstellungen weitere physikalische Größen her,
<ul style="list-style-type: none"> – beurteilen die Genauigkeit gemessener Größen, – unterscheiden systematische und zufällige Fehler, – ermitteln relative und prozentuale Fehler, 	

<ul style="list-style-type: none"> – werten Messwerte grafisch und mithilfe von Berechnungen computergestützt aus, – messen physikalische Größen mithilfe von Messinterfaces, – vergleichen Ergebnisse des Modells mit der Realität, 	
<ul style="list-style-type: none"> – führen Experimente unter Anleitung durch, protokollieren und werten sie unter Einbeziehung qualitativer und quantitativer Betrachtungen aus, 	<ul style="list-style-type: none"> – planen Experimente, führen sie durch, protokollieren und werten sie unter Einbeziehung qualitativer und quantitativer Betrachtungen aus,
<ul style="list-style-type: none"> – geben ausgewählte physikalische Theorien an, 	<ul style="list-style-type: none"> – erläutern, was eine physikalische Theorie auszeichnet, was sie zu leisten vermag und wie sie gebildet wird,
<ul style="list-style-type: none"> – unterscheiden zwischen Modell und Wirklichkeit und wissen, dass Modelle immer nur Teilaspekte der Wirklichkeit erfassen, 	<ul style="list-style-type: none"> – unterscheiden verschiedene Modellarten und stellen dar, dass Modelle immer nur Teilaspekte der Wirklichkeit erfassen,
<ul style="list-style-type: none"> – wenden physikalische Modelle unter Beachtung ihrer begrenzten Gültigkeit an, 	<ul style="list-style-type: none"> – entwickeln und modifizieren physikalische Modelle und wenden sie unter Beachtung ihrer begrenzten Gültigkeit an,
<ul style="list-style-type: none"> – strukturieren physikalische Informationen, 	<ul style="list-style-type: none"> – wenden Strategien zur Strukturierung physikalischen Wissens an und beschreiben diese,
	<ul style="list-style-type: none"> – erklären ausgewählte physikalische Sachverhalte mit geeigneten mathematischen Methoden,
<ul style="list-style-type: none"> – wenden Strategien der Erkenntnisgewinnung und Problemlösung an, z. B. beim Beobachten, intuitiv-spekulativen Entdecken, Formulieren von Hypothesen beim induktiven und deduktiven Vorgehen, analogen Übertragen, Modellbildern, 	
<ul style="list-style-type: none"> – ermitteln und bewerten Sachinformationen durch geeignete Recherchen, 	<ul style="list-style-type: none"> – ermitteln und bewerten komplexe Sachinformationen durch geeignete Recherchen,
<ul style="list-style-type: none"> – wenden Verfahren zur Texterschließung auf physikalische Texte an, identifizieren wichtige Informationen in einem Text, 	
<ul style="list-style-type: none"> – ordnen neue Informationen in bekannte Wissensstrukturen ein. 	<ul style="list-style-type: none"> – entwickeln bei der Auseinandersetzung mit neuen Informationen Verknüpfungen mit bereits bekanntem Wissen.

Kommunikation – aktiv und souverän über physikalische Sachverhalte kommunizieren

Grundlegendes Anforderungsniveau	Erhöhtes Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler – wenden verschiedene Formen der Darstellung physikalischen Wissens und physikalischer Erkenntnisse (z. B. Sprache, Bilder, Skizzen, Tabellen, Graphen, Diagramme, Symbole, Formeln, Simulationen) an,	Die Schülerinnen und Schüler – wenden verschiedene Formen der Darstellung physikalischen Wissens und physikalischer Erkenntnisse (z. B. Sprache, Bilder, Skizzen, Tabellen, Graphen, Diagramme, Symbole, Formeln, Simulationen) an und begründen deren Auswahl,
– führen einfache Experimente sachgerecht vor und präsentieren deren Ergebnisse verständlich, – präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse adressaten-, situationsgerecht und medien-gestützt,	
– diskutieren sachlich zu physikalischen Sachverhalten und Fragestellungen, – wenden die Fachsprache angemessen und sachgerecht an,	– diskutieren sachlich und argumentieren diskursiv zu physikalischen Sachverhalten und Fragestellungen, – wenden die Fachsprache angemessen, sachgerecht und souverän an,
übernehmen bei Teamarbeit gegebenenfalls die Rolle des Gruppensprechers oder Moderators.	

Reflexion – physikalische Sachverhalte prüfen und bewerten

Grundlegendes Anforderungsniveau	Erhöhtes Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler	
<ul style="list-style-type: none"> – beschreiben Phänomene und Vorgänge der Natur und Technik aus physikalischer Perspektive, – beschreiben exemplarisch historische und gesellschaftliche Bedingtheiten der Physik, 	
<ul style="list-style-type: none"> – beschreiben an Beispielen die wechselseitige Beziehung zwischen Physik und Technik, – ermitteln aus überfachlichen Problemen diejenigen Fragen, die sich mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen lassen, 	<ul style="list-style-type: none"> – stellen die wechselseitige Beziehung zwischen Physik und Technik dar und erläutern diese, – erläutern exemplarisch historische und gesellschaftliche Bedingtheiten der Physik, – ermitteln aus überfachlichen Problemen selbstständig diejenigen Fragen, die sich mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen lassen,
<ul style="list-style-type: none"> – analysieren kritisch die Rolle des Menschen im gesellschaftlichen System und seine Beziehung zur Umwelt auf der Grundlage physikalischer Kenntnisse, – vergleichen Alltagsvorstellungen und physikalische Aussagen, – stellen Forschungsergebnisse und Anwendungen vor ihrem gesellschaftlichen Hintergrund dar, – bewerten die Seriosität von Informationen, 	
<ul style="list-style-type: none"> – analysieren die Einflüsse physikalischer Erkenntnisse auf Weltbilder. 	<ul style="list-style-type: none"> – analysieren die Einflüsse physikalischer Erkenntnisse auf Weltbilder und bewerten deren Tragweite, Grenzen und gesellschaftliche Relevanz.

4 Kompetenzen und Inhalte

Die Inhalte der Themenfelder und die Experimente sind verbindlich. Die Experimente sollen, wenn möglich und zulässig, als Schülerexperimente durchgeführt werden, z. B. im Rahmen eines Praktikums. Sind auf Grund fehlender Ausstattung einzelne Experimente nicht durchführbar, so können die Vorgaben zu den Experimenten auch mit Hilfe von Bildschirmexperimenten oder anderen Simulationen realisiert werden.

Die Beiträge zur Kompetenzentwicklung sind beispielhaft formuliert. Da im Kurs auf dem erhöhten Anforderungsniveau zentrale Prüfungen abgelegt werden, sind die verbindlichen Inhalte für dieses Niveau detaillierter beschrieben. Die Verknüpfungen der Standards mit den verbindlichen Inhalten sind an der jeweiligen Schule weiter zu präzisieren. Die konkrete Unterrichtsplanung erfolgt innerhalb des schulinternen Fachplans als Teil des schulinternen Curriculums. Dabei sind die vier Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Reflexion ausgewogen zu berücksichtigen. Die Bedingungen an der Schule, die Schwerpunktsetzungen der Fachkonferenz und die weiteren jährlichen Hinweise für die zentralen schriftlichen Abiturprüfungen (u. a. Prüfungsschwerpunkte) des für Schule zuständigen Ministeriums gemäß GOSTV sind zu beachten.

4.1 Eigenschaften und Anwendungen von Feldern (grundlegendes Anforderungsniveau)

Inhalte

- Gravitationsgesetz und Gravitationsfeld
- Kräfte zwischen geladenen Körpern, elektrische Feldstärke, Spannung
- Kapazität eines Kondensators, Energie geladener Kondensatoren
- Aufladen und Entladen von Kondensatoren
- Kräfte auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld, magnetische Flussdichte, Magnetfeld im Innern einer Spule

Experimente

- Veranschaulichung von Feldern
- Bewegung von Elektronen in der BRAUNschen Röhre
- zeitlicher Verlauf der Stromstärke beim Entladen eines Kondensators

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Kreisbahn von Satelliten durch einen Kraftansatz und berechnen die Umlaufzeit, die Kreisbahngeschwindigkeit bzw. den Bahnradius aus Beobachtungsdaten von Satelliten,
- beschreiben einheitlich mithilfe des Feldkonzepts unterschiedliche Wechselwirkungen in Gebieten der klassischen Physik und erläutern die wechselseitigen Beziehungen von Physik und Technik,
- vergleichen Gravitationsfelder, elektrische und magnetische Felder hinsichtlich ihrer Ursachen und der feldbeschreibenden Größen,
- wenden mathematische Verfahren an, z. B. bei der Auswertung des zeitlichen Verlaufs der Stromstärke beim Entladen von Kondensatoren,
- erklären die Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen Feldern mithilfe von Analogien aus der Mechanik,
- reflektieren die Einflüsse physikalischer Erkenntnisse auf die gesellschaftliche Entwicklung und bewerten deren Tragweite und Grenzen, z. B. durch die Erfindung von Elektromotor, Laserdrucker, Oszillograph.

Mögliche Kontexte

Planetenbewegungen, Bahnen künstlicher Satelliten, geostationäre Satelliten, Weltbilder in historischer Entwicklung;

Entstehung von Gewittern, Funktionsprinzip der Xerographie, Erdmagnetfeld, technische Anwendungen (z. B. Glätten einer pulsierenden Gleichspannung, Kondensator als Ladungsspeicher für eine Blitzlampe, Kondensator als Sensor, Magnetschwebbahn, Oszillograph)

4.2 Elektromagnetische Induktion, Schwingungen und Wellen (grundlegendes Anforderungsniveau)

Inhalte

- Induktionsgesetz, Selbstinduktion, LENZsche Regel, Induktivität einer Spule
- Energieumwandlungen in einem elektromagnetischen Schwingkreis, THOMSONSche Schwingungsgleichung
- Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen
- Erzeugung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen am offenen Schwingkreis
- Licht als Welle, Interferenz am Doppelspalt oder Gitter
- Elektromagnetisches Spektrum

Experimente

- verschiedene Möglichkeiten des Erzeugens von Induktionsspannungen
- Erfassen des zeitlichen Verlaufs der Stromstärke und der Spannung in einem elektrischen Schwingkreis
- Abhängigkeit der Frequenz eines elektrischen Schwingkreises von der Kapazität und der Induktivität
- Interferenzversuche mit Licht

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären qualitativ den zeitlichen Verlauf der Stromstärke beim Ein- und Ausschalten von Spulen,
- erläutern und vergleichen Energieumwandlungen an mechanischen und elektromagnetischen Oszillatoren,
- wenden das HUYGENSSche Prinzip auf die Interferenz von Wellen an,
- wenden mathematische Verfahren bei der Analyse optischer Interferenzversuche an,
- ordnen Radiowellen und das sichtbare Licht in das elektromagnetische Spektrum ein,
- erklären qualitativ, wie Informationen mithilfe elektromagnetischer Wellen übertragen werden können und diskutieren am Beispiel der Nachrichtentechnik die wechselseitigen Beziehungen zwischen Physik, Technik und Gesellschaft,
- stellen physikalische Erkenntnisse unter Einbeziehung historischer und gesellschaftlicher Gegebenheiten dar, z. B. anhand der Entwicklung von Generator, Rundfunk und Fernsehen.

Mögliche Kontexte

Generator, Elektromotor, dynamisches Mikrofon, Wellenlängenbestimmungen, Informationsübertragung und -speicherung, Spektralanalyse, Längenbestimmung durch Interferenz

4.3 Quantenobjekte und atomare Systeme (grundlegendes Anforderungsniveau)

Inhalte

- MILLIKAN-Versuch
- spezifische Ladung eines Elektrons
- Quantencharakter von Photonen und freien Elektronen
- Hypothese von DE BROGLIE
- quantenhafte Emission und Absorption bei atomaren Systemen
- Atommodelle

Experimente

- Kreisbewegung von Elektronen im Fadenstrahlrohr
- HALLWACHS-Effekt
- Einfluss der Lichtintensität beim Fotoeffekt
- Zusammenhang zwischen der Gegenspannung für $I_F = 0$ und der Frequenz beim Fotoeffekt
- Darstellung eines Emissions- und eines Absorptionsspektrums
- Elektronenbeugung

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- bestimmen die spezifische Ladung eines Elektrons mit Daten aus einem geeigneten Experiment,
- beschreiben den Fotoeffekt mathematisch und diskutieren die Grenzen klassischer Modelle des Lichts,
- diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse,
- erläutern die Bedeutung des Planckschen Wirkungsquantums,
- diskutieren die historische Entwicklung der Modellvorstellung von der Atomhülle,
- nutzen geeignete Simulationen, um die Aufenthaltsbereiche und die diskreten Energieniveaus des Elektrons des Wasserstoffatoms zu veranschaulichen und beschreiben damit qualitativ ein zeitgemäßes Atommodell,
- erläutern Anwendungen der Quantenphysik in Wissenschaft und Technik, z. B. Einblicke in die Absorptions- und Emissionsspektroskopie, Funktionsprinzip des Lasers.

Mögliche Kontexte

Funktionsprinzip von Nachtsichtgeräten, Spektroskopie, Lasertechnik, Solarzellen, moderne Lichtquellen

4.4 Radioaktivität, Atomkerne (grundlegendes Anforderungsniveau)

Inhalte

- radioaktive Strahlung, GEIGER-MÜLLER-Zählrohr
- Zerfallsgesetz, Halbwertszeiten
- biologische Wirkungen ionisierender Strahlung und Strahlenschutzmaßnahmen
- Modellvorstellungen vom Atomkern
- Massendefekt und Kernbindungsenergie

Experimente

- Nachweis radioaktiver Strahlung
- Durchdringungsvermögen radioaktiver Strahlung
- Ablenkung radioaktiver Strahlung im Magnetfeld

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben den Aufbau und erklären die prinzipielle Wirkungsweise des GEIGER-MÜLLER-Zählrohres und eines weiteren Nachweisgerätes für radioaktive Strahlung,
- ermitteln mithilfe des Zerfallsgesetzes Halbwertszeiten bzw. Aktivitäten radioaktiver Stoffe und wenden das Gesetz zur Altersbestimmung an,
- beschreiben den Aufbau von Atomkernen aus Nukleonen,
- beschreiben Möglichkeiten zur Nutzung der Kernenergie und bewerten die Auswirkungen der technischen Realisierungen auch unter Einbeziehung ökologischer Aspekte,
- ermitteln Sachinformationen zu biologischen Wirkungen ionisierender Strahlung durch geeignete Recherchen und bewerten diese.

Mögliche Kontexte

Kernkraftwerk und Fusionskraftwerk, Diagnostik und Therapie in der Medizin, Altersbestimmung mithilfe der C14-Methode

4.5 Eigenschaften und Anwendungen von Feldern (erhöhtes Anforderungsniveau)

Inhalte

- Gravitationsfeld
- elektrisches Feld
- magnetisches Feld
- Bewegung von Ladungsträgern in Feldern

Experimente

- Darstellung von Feldern
- zeitlicher Verlauf von Spannung und Stromstärke beim Auf- und Entladen eines Kondensators
- Parallel- und Reihenschaltungen von Kondensatoren
- Bewegungen von Elektronen in der BRAUNschen Röhre
- Bewegung von Elektronen im Fadenstrahlrohr
- MILLIKAN-Versuch

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- vergleichen Gravitationsfelder, elektrische und magnetische Felder hinsichtlich ihrer Ursachen und der feldbeschreibenden Größen,
- wenden Kraft- und Energieansätze auf Bewegungen im Gravitationsfeld an,
- wenden die Gleichung $E = \frac{F}{Q}$ an,
- ermitteln Kräfte zwischen elektrisch geladenen Körpern mithilfe des COULOMBSchen Gesetzes,
- beschreiben die Überlagerung der Felder zweier Punktladungen mithilfe von Zeichnungen und ermitteln hieraus Betrag und Richtung der resultierenden elektrischen Feldstärke,
- erläutern den Zusammenhang zwischen elektrischer Verschiebungsarbeit und Ladung im homogenen elektrischen Feld mithilfe der Gleichung $U = \frac{W_{\text{el}}}{Q}$,
- beschreiben den Aufbau eines Plattenkondensators und wenden die Gleichung $E = \frac{U}{d}$ an,
- analysieren den Zusammenhang zwischen Ladung und Spannung eines Kondensators, definieren die Kapazität und berechnen Kapazitäten mit der Gleichung $C = \frac{Q}{U}$,
- wenden die Gleichung $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ an,
- entwickeln mithilfe der grafischen Darstellung $U = f(Q)$ die Gleichung $E = \frac{1}{2} C \cdot U^2$ für die Energie eines geladenen Kondensators,
- beschreiben den Zusammenhang zwischen der magnetischen Flussdichte und der Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter mithilfe der Gleichung

$F = \ell \cdot I \cdot B \cdot \sin\alpha$ und untersuchen Spezialfälle in Abhängigkeit von α ,

- wenden die Gleichung $B = \mu_0 \cdot \mu_r \frac{n \cdot I}{\ell}$ an,
- beschreiben den Einfluss von Materie in elektrischen und magnetischen Feldern mithilfe der Größen ϵ_r bzw. μ_r ,
- werten den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Auf- und Entladevorgängen von Kondensatoren aus,
- ermitteln die Gesamtkapazität von parallel und in Reihe geschalteten Kondensatoren,
- beschreiben und berechnen die Bewegung geladener Teilchen parallel zu den Feldlinien im elektrischen Feld,
- erklären die Bewegung von Ladungsträgern senkrecht zu den Feldlinien des homogenen elektrischen Feldes mithilfe von Analogien zum waagerechten Wurf,
- erklären die Kräfte auf bewegte Ladungen im homogenen Magnetfeld mithilfe der Gleichung $F_L = Q \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha$ und interpretieren ihre Richtungen in Abhängigkeit von der Ladung mit Hilfe der Drei-Finger-Regel,
- erklären die Wirkungsweise eines technischen Gerätes, welches die Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern ausnutzt,
- erläutern die Bestimmung der Elementarladung mithilfe des MILLIKAN-Versuchs,
- entwickeln die Gleichung zur Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot U}{B^2 \cdot r^2}$.

Mögliche Kontexte

Planetenbewegungen, Bahnen künstlicher Satelliten, geostationäre Satelliten, Swing-by-Manöver, Weltbilder in historischer Entwicklung;

Entstehung von Gewittern, Funktionsprinzip der Xerographie, Erdmagnetfeld, Teilchenbeschleuniger, technische Anwendungen (z. B. Glätten einer pulsierenden Gleichspannung, Kondensator als Ladungsspeicher für eine Blitzlampe, Kondensator und Spule als Sensoren, Massenspektrograph)

4.6 Elektromagnetische Induktion, Schwingungen und Wellen (erhöhtes Anforderungsniveau)

Inhalte

- elektromagnetische Induktion
- elektromagnetische Schwingungen und Wellen
- Wellencharakter des Lichtes

Experimente

- Erfassen des zeitlichen Verlaufs der Stromstärke und der Spannung in einem elektrischen Schwingkreis
- Abhängigkeit der Frequenz eines elektrischen Schwingkreises von der Kapazität und der Induktivität
- Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen
- Interferenzversuche mit Licht am Gitter zur Bestimmung der Gitterkonstante bzw. der Wellenlänge
- Polarisierung von Licht

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben einfache Experimente zum Nachweis der elektromagnetischen Induktion im bewegten und im ruhenden Leiter und erklären die Entstehung einer Induktionsspannung,
- bestätigen das Induktionsgesetz in der Form $U_i = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ mit $\Phi = B \cdot A$ für diejenigen Fälle experimentell, bei denen sich entweder die magnetische Flussdichte oder die Fläche linear in Abhängigkeit von der Zeit ändert,
- erklären Selbstinduktionsvorgänge am Beispiel von Schaltvorgängen an Spulen,
- wenden die LENZsche Regel an, z. B. THOMSONScher Ringversuch,
- erklären physikalische Vorgänge, bei denen Wirbelströme auftreten,
- wenden den Zusammenhang $U_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ mit $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n^2 \cdot A}{\ell}$ für gleichmäßige Stromstärkeänderungen an,
- wenden die Gleichung $E = \frac{1}{2} L \cdot I^2$ an,
- beschreiben und erklären die Erzeugung einer sinusförmigen Wechselspannung in einem Wechselstromgenerator und leiten die Gleichung für $U(t)$ her,
- erklären die Entstehung einer elektromagnetischen Schwingung und erläutern die Energieumwandlungen in einem Schwingkreis,
- vergleichen Energieumwandlungen eines mechanischen und eines elektrischen Oszillators,
- beschreiben die zeitlichen Verläufe von Spannung und Stromstärke in einem Schwingkreis und stellen sie grafisch dar,
- erläutern an einem Blockschaltbild das Rückkopplungsprinzip zur Erzeugung ungedämpfter elektromagnetischer Schwingungen,

- interpretieren die Gleichung $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ und wenden sie an,
- erläutern qualitativ die Erzeugung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen am offenen Schwingkreis,
- erklären qualitativ, wie Signale mithilfe elektromagnetischer Wellen übertragen werden können,
- ordnen Radiowellen und das sichtbare Licht in das elektromagnetische Spektrum ein,
- unterscheiden zwischen Transversal- und Longitudinalwellen,
- erklären mithilfe des Gangunterschiedes zweier Wellen konstruktive und destruktive Interferenz,
- wenden das HUYGENSSche Prinzip auf Brechung und Interferenz von Wellen bei einfarbigem und weißem Licht an,
- entwickeln die Gleichungen $\sin\alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$, $\sin\alpha_k = \frac{(2k+1) \cdot \lambda}{2b}$ und $\tan\alpha_k = \frac{s_k}{e}$ für den Doppelspalt,
- wenden mathematische Verfahren bei der Analyse optischer Interferenzversuche am Gitter an,
- erläutern eine stehende Welle als Interferenzproblem,
- ermitteln Gangunterschiede bei weiteren Interferenzversuchen, z. B. bei Interferenz an dünnen Schichten oder am Reflexionsgitter,
- erklären Licht als transversale Welle mithilfe der Polarisation.

Mögliche Kontexte

Magnetschwebbahn, Induktionsherd, Wirbelstrombremse, dynamisches Mikrofon, magnetische Datenspeicher, Informationsübertragung, Musikinstrumente, Spektralanalyse, Längenbestimmung durch Interferenz, optische Informationsspeicherung

4.7 Quantenobjekte und atomare Systeme (erhöhtes Anforderungsniveau)

Inhalte

- Quantencharakter von Photonen und Elektronen
- Atommodelle
- quantenhafte Emission und Absorption bei atomaren Systemen

Experimente

- HALLWACHS-Effekt
- Einfluss der Lichtintensität beim Fotoeffekt
- Abhängigkeit der Gegenspannung für $I_F = 0$ von der Frequenz
- Darstellung eines Emissions- und eines Absorptionsspektrums
- FRANCK-HERTZ-Experiment
- Bestimmung des PLANCKSchen Wirkungsquantums
- Elektronenbeugung

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen den Zusammenhang $h \cdot f = E_{\text{KIN}} + W_A$ zwischen der kinetischen Energie der Fotoelektronen und der Frequenz des Lichtes grafisch dar und diskutieren das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung der Ergebnisse zum Fotoeffekt,
- erläutern ein Experiment zur Bestimmung des PLANCKSchen Wirkungsquantums und werten es aus,
- erläutern die Hypothese von DE BROGLIE und wenden sie an,
- beschreiben ein Experiment zur Elektronenbeugung, werten es quantitativ aus und erklären die experimentellen Ergebnisse in Abhängigkeit von den Versuchsparametern,
- beschreiben den Aufbau und die Durchführung des COMPTON-Experiments,
- stellen einen Energie- und Impulsansatz zur Herleitung der Gleichung $\Delta\lambda = \lambda_c(1 - \cos\beta)$ auf und wenden die Gleichung an,
- begründen, dass der COMPTON-Effekt nicht mit dem Wellenmodell erklärt werden kann,
- erläutern die HEISENBERGSche Unbestimmtheitsrelation mit den komplementären Größenpaaren Ort und Impuls sowie Energie und Zeit an ausgewählten Beispielen,
- ermitteln unter Anwendung der Unbestimmtheitsrelation den Anwendungsbereich quantenphysikalischer Betrachtungsweisen,
- diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse und erörtern erkenntnistheoretische Probleme sowie Konsequenzen bezüglich des Verhaltens von Quantenobjekten,
- vergleichen kontinuierliche Spektren, Linienspektren, Emissions- und Absorptionsspektren,
- beschreiben das Linienspektrum vom atomaren Wasserstoff mittels $f = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$,
- analysieren mit Linienspektren quantenhafte Vorgänge in der Atomhülle und deuten sie als Beleg für die Existenz diskreter Energiebeträge in der Atomhülle,

- reflektieren die Methode der Modellbildung am Beispiel der Entwicklung der Vorstellungen von der Atomhülle, veranschaulichen die Aufenthaltsbereiche und die diskreten Energieniveaus des Elektrons des Wasserstoffatoms und beschreiben damit qualitativ ein zeitgemäßes Atommodell,
- ermitteln Röntgenwellenlängen durch Anwendung der BRAGG-Gleichung,
- erläutern die Entstehung von Röntgenbremsstrahlung und charakteristischer Strahlung,
- ermitteln die Grenzwellenlänge der Röntgenbremsstrahlung,
- geben die Eigenschaften der Röntgenstrahlung an und erläutern exemplarisch Anwendungsbeispiele,
- werten das FRANCK-HERTZ-Experiment zum Nachweis der Energiequantisierung in der Atomhülle aus.

Mögliche Kontexte

Teilchenbeschleuniger, Massenspektrometer, Funktionsprinzip von Nachtsichtgeräten, Spektrofotometer, Absorptions- und Emissionsspektroskopie, Lumineszenz, Fluoreszenz, Spektren in der Astronomie, Lasertechnik, Solarzellen, moderne Lichtquellen, Photosynthese, Röntgenspektroskopie

4.8 Radioaktivität, Atomkerne (erhöhtes Anforderungsniveau)

Inhalte

- Atomkerne
- radioaktive Strahlung

Experimente

- Nachweis radioaktiver Strahlung mit dem GEIGER-MÜLLER-Zählrohr
- Bestimmung der Zerfallskonstante eines radioaktiven Isotops
- Durchdringungsvermögen und Ablenkung radioaktiver Strahlung

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären den Aufbau und die prinzipielle physikalische Wirkungsweise des GEIGER-MÜLLER-Zählrohres und eines weiteren Nachweisgerätes für radioaktive Strahlung,
- wenden das Zerfallsgesetz zur Bestimmung von Halbwertszeiten bzw. Aktivitäten an,
- erklären das Streuexperiment von RUTHERFORD,
- entwickeln ein Modell vom Aufbau von Atomkernen aus Nukleonen,
- erläutern Entstehung und Eigenschaften radioaktiver Strahlung,
- wenden Gesetze des radioaktiven Zerfalls an, z. B. zur Altersbestimmung,
- erklären die Gewinnung von Kernenergie mithilfe der Kernkräfte und Kernbindungsenergien,
- berechnen mithilfe der gegebenen relativistischen Masse-Energie-Beziehung Kernbindungsenergien,
- stellen Energie- und Impulsbilanzen bei Kernreaktionen auf,
- vergleichen Strahlenbelastung des Menschen durch natürliche und künstliche Strahlung,
- beschreiben biologische Wirkungen ionisierender Strahlung und nennen Strahlenschutzmaßnahmen,
- beschreiben die Funktionsweise eines Kernreaktors,
- beschreiben Möglichkeiten zur Nutzung der Kernenergie und bewerten die Auswirkungen der technischen Realisierungen auch unter Einbeziehung ökologischer Aspekte.

Mögliche Kontexte

Kernkraftwerk und Fusionskraftwerk, Diagnostik und Therapie in der Medizin

5 Kurshalbjahre

In der folgenden Übersicht werden die im Kapitel 4 dargestellten Themenfelder den vier Kurshalbjahren zugeordnet.

Kurs auf dem grundlegenden Anforderungsniveau:

1. Kurshalbjahr	4.1 Eigenschaften und Anwendungen von Feldern
2. Kurshalbjahr	4.2 Elektromagnetische Induktion, Schwingungen und Wellen
3. Kurshalbjahr	4.3 Quantenobjekte und atomare Systeme
4. Kurshalbjahr	4.4 Radioaktivität, Atomkerne

Kurs auf dem erhöhten Anforderungsniveau:

1. Kurshalbjahr	4.5 Eigenschaften und Anwendungen von Feldern
2. Kurshalbjahr	4.6 Elektromagnetische Induktion, Schwingungen und Wellen
3. Kurshalbjahr	4.7 Quantenobjekte und atomare Systeme
4. Kurshalbjahr	4.8 Radioaktivität, Atomkerne

Der Unterricht in den vier Kurshalbjahren kann durch weitere Themen ergänzt werden. Über Auswahl, Umfang und Tiefe der Wahlthemen entscheidet die Fachkonferenz.

Weitere mögliche Themen:

- Raumfahrt
- Physik der Erde, z. B. Magnetfeld der Erde, Gezeiten, Erdbeben
- Bereitstellung von Energie in der Zukunft
- Wechselstromwiderstände
- Leitungsvorgänge in Halbleitern
- Strahlungsphysik
- Elementarteilchenphysik
- Thermodynamik
- Relativitätstheorie
- nichtlineare Physik, Chaos
- eigene Vorschläge

