



Deutsche Schule Santa Cruz de Tenerife Schulcurriculum für das Fach Physik

für die Jahrgangsstufen 11/12 (Q-Phase)

basierend auf dem

**Regional abgestimmten Curriculum
für das Fach Physik,
grundlegendes Anforderungsniveau,**

**gültig für alle deutschen Auslandsschulen in den
Prüfungsregionen 5 und 6 (Qualifikationsphase)
gültig ab dem Schuljahr 2026/2027**

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
1. Vorbemerkungen.....	3
2. Kompetenzen.....	5
2.1 Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Physik	5
2.2 Basiskonzepte	10
3. Curriculum Physik	12
3.1 Qualifikationsphase 11/1 – Das Feldkonzept (1) – Das elektrische Feld	12
3.2 Qualifikationsphase 11/1 – Körper in statischen Feldern (1) – im elektrischen Feld	14
3.3 Qualifikationsphase 11/1 – Das Feldkonzept (2) – Das magnetische Feld	15
3.4 Qualifikationsphase 11/1 – Körper in statischen Feldern (2) – im Magnetfeld und elektrischen Feld.....	16
3.5 Qualifikationsphase 11/1 – Veränderliche elektromagnetische Felder.....	17
3.6 Qualifikationsphase 11/2 – Schwingungen.....	18
3.7 Qualifikationsphase 11/2 – Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen	19
3.8 Qualifikationsphase 12/1 – Überlagerung von Wellen	21
3.9 Qualifikationsphase 12/1 – Quantenphysik und Materie.....	22
3.10 Qualifikationsphase 12/1 – Atomvorstellungen.....	24
3.11 Qualifikationsphase 12/2 – Röntgenstrahlung und Atomkern	25
4. Klausuren und zugelassene Hilfsmittel	27
5. Anhang.....	29
Operatoren	29
Formelsammlung	31

1. Vorbemerkungen

Der Auftrag einer zeitgemäßen schulischen Bildung geht über die Vermittlung von Wissen hinaus. Er zielt auf Persönlichkeitsentwicklung und Weltorientierung, die sich aus der Begegnung und Beschäftigung mit zentralen Aspekten des kulturellen Lebens ergeben. Lernende sollen in die Lage versetzt werden, ihr berufliches und privates Leben verantwortungsbewusst zu gestalten und am kulturellen, gesellschaftlichen und politischen Leben teilzunehmen.

In diesem Zusammenhang vermitteln die Lehrkräfte an den Deutschen Schulen im Ausland und Deutschen Abteilungen die deutsche Sprache und Kultur sowie ein wirklichkeitsgerechtes Deutschlandbild. Unterrichtsziel ist es unter anderem, Interesse und Aufgeschlossenheit für die Kultur, die Geschichte und die Politik der Bundesrepublik Deutschland zu wecken und zur Verständigung zwischen Bürgerinnen und Bürgern des Sitzlandes und Deutschlands aktiv beizutragen. Vor dem Hintergrund der auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik geht es in besonderem Maße um den Erwerb interkultureller und kommunikativer Kompetenz.

Kompetenzen beschreiben Dispositionen zur Bewältigung bestimmter Anforderungen. Solche Kompetenzen sind fach- und lernbereichsspezifisch ausformuliert, da sie an bestimmten Inhalten erworben werden. Es gehört auch zu den Zielen schulischer Bildung, sprachliche, kommunikative, methodische, soziale und personale Kompetenz zu vermitteln. Die verschiedenen Kompetenzen stehen dabei in keinem hierarchischen Verhältnis zueinander; sie bedingen, durchdringen und ergänzen sich gegenseitig.

Insbesondere in der gymnasialen Oberstufe erwerben Lernende das allgemeine und fachspezifische Wissen und Können für eine erfolgreiche Gestaltung ihrer Zukunft und werden auf Ausbildung, Studium und Beruf vorbereitet. Im Sinne einer wissenschaftspropädeutischen Bildung ist der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe ausgerichtet auf den Erwerb fachlich-methodischer Kompetenzen und die Einführung in wissenschaftliche Fragestellungen, Modelle und Verfahren.

Im Unterricht der gymnasialen Oberstufe geht es darüber hinaus um die Beherrschung von Arbeitsweisen zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Mittels Strategien, die Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit unterstützen, sollen die Lernenden in die Lage versetzt werden, in zunehmender Weise Verantwortung für ihr Handeln zu übernehmen.

Diese Zielsetzungen machen es erforderlich, dass Lehrkräfte sich im Sinne eines zeitgemäßen Unterrichts gezielt, auf die Bedürfnisse der jeweiligen Situation und Lerngruppe bezogen, für passende Arbeits- und Unterrichtsformen entscheiden. Das Kerncurriculum Physik zielt auf eine ganzheitliche Bildung im Sinne der Kompetenzorientierung und folgt einem einheitlichen naturwissenschaftlichen Modell. Es definiert vor dem Hintergrund der „Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss“ sowie der „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ klare und überprüfbare Anforderungen an die Lernenden sowie Kompetenzen und Inhalte, über die die Lernenden jeweils zu Beginn und am Ende der Qualifikationsphase verfügen sollen.

Das in dieser Fassung vorliegende Regionalcurriculum wurde mit den Deutschen Auslandsschulen der Prüfungsregion Portugal, Spanien, Griechenland und Italien inhaltlich abgestimmt.

Es konkretisiert die im Kerncurriculum Physik fixierten „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ und präzisiert die Anforderungen an die Lernenden sowie Kompetenzen und Inhalte, über die sie am Ende der Qualifikationsphase verfügen sollen. In regionaler Abstimmung wurde das Feldkonzept in elektrisches und magnetisches Feld getrennt und der

Wien-Filter als Ergänzung eingefügt. Außerdem wurden die Inhalte für die Qualifikationsphase 12.2 in Abstimmung festgelegt.

Diese Kompetenzen und Inhalte werden während der Qualifikationsphase in einem dreistündigen Physikunterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau erlangt.

Das Curriculum berücksichtigt die Ordnung zur Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife an Deutschen Schulen im Ausland (DIA-PO) sowie die Richtlinien für die Ordnung zur Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife an Deutschen Schulen im Ausland „Deutsches Internationales Abitur“ (Rili DIA-PO) in der jeweils gültigen Fassung.

Es sorgt dafür, dass die Lernenden dieser Prüfungsregion vergleichbare Voraussetzungen für die Teilnahme an der Deutschen Internationalen Abiturprüfung (DIA) im Fach Physik haben, deren Aufgaben gemäß der Fachspezifischen Hinweise für die Erstellung und Bewertung der Aufgabenvorschläge im Fach PHYSIK in der jeweils gültigen Fassung erstellt werden.

2. Kompetenzen

2.1 Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Physik

Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife definieren die Kompetenzen, die Lernende bis zum Ende der Qualifikationsphase erwerben sollen. Diese werden im Unterricht sowohl auf grundlegendem als auch auf erhöhtem Anforderungsniveau entwickelt. Unterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau repräsentiert gemäß der Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (i. d. F. vom 15.02.2018, Ziffer 3.2) „das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Bildung. Unterricht mit erhöhtem Anforderungsniveau repräsentiert das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Bildung, die exemplarisch vertieft wird.“ Der Unterschied in den Anforderungen der beiden Anforderungsniveaus liegt im Umfang und in der Tiefe der gewonnenen Kenntnisse und des Wissens über deren Verknüpfungen. Zudem unterscheiden sie sich im Maß der Selbststeuerung bei der Bearbeitung von Problemstellungen.

Im Folgenden werden die einzelnen Kompetenzbereiche definiert und näher beschrieben. Sie werden in Form von Standards präzisiert.

Sachkompetenz

Die Sachkompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten. Das wissenschaftliche Vorgehen der Physik lässt sich im Wesentlichen in zwei fundamentale Bereiche einteilen, die eine starke Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung aufweisen: die theoretische Beschreibung von Phänomenen und das experimentelle Arbeiten. Die Vertrautheit mit physikalischem Fachwissen sowie mit der Nutzung physikalischer Grundprinzipien und Arbeitsweisen bildet eine unverzichtbare Grundlage für das Verständnis wissenschaftlicher sowie alltäglicher Sachverhalte aus vielen Bereichen, z. B. aus den anderen Naturwissenschaften, der Technik oder auch der Medizin. Daher leistet physikalische Sachkompetenz einen wichtigen Beitrag sowohl zur Studierfähigkeit als auch zur Allgemeinbildung.

Sachkompetenz zeigt sich in der Physik in der Nutzung von Fachwissen zur Bearbeitung von sowohl innerfachlichen als auch anwendungsbezogenen Aufgaben und Problemen. Dazu gehört die theoriebasierte Beschreibung von Phänomenen ebenso wie die qualitative und quantitative Auswertung von Messergebnissen anhand geeigneter Theorien und Modelle. Ihre Eigenschaften wie Gültigkeitsbereiche, theoretische Einbettungen und Angemessenheit ebenso wie ein angemessener Grad der Mathematisierung sind dabei zu berücksichtigen. Fertigkeiten wie das Durchführen eines Experiments nach einer Anleitung, der Umgang mit Messgeräten oder die Anwendung bekannter Auswerteverfahren sind Bestandteil der Sachkompetenz. Die Planung und Konzeption von Experimenten hingegen ist dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zugeordnet.

Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Lernenden ...

S1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien;

S2 erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten;

S3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.

Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Lernenden ...

S4 bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwert-erfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen;

S5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus;

S6 erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an;

S7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Physikalische Erkenntnisgewinnung ist zum einen bestimmt durch die theoretische Beschreibung der Natur, die mit der Bildung von Fachbegriffen, Modellen und Theorien einhergeht, und zum anderen durch empirische Methoden, v. a. das Experimentieren, mit denen Gültigkeit und Relevanz dieser Beschreibung abgesichert werden. Dieses Wechselspiel von Theorie und Experiment in der naturwissenschaftlichen Forschung umfasst typischerweise folgende zentrale Schritte:

- Formulierung von Fragestellungen,
- Ableitung von Hypothesen,
- Planung und Durchführung von Untersuchungen,
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung bzw. Stützung der Hypothese sowie zur Beantwortung der Fragestellung.

Experimentelle Ergebnisse und aus Modellen abgeleitete Annahmen werden interpretiert und der gesamte Erkenntnisgewinnungsprozess wird im Hinblick auf wissenschaftliche Güte reflektiert. Auf der Metaebene werden die Merkmale naturwissenschaftlicher Verfahren und Methoden charakterisiert und von den nicht-naturwissenschaftlichen abgegrenzt. Das Durchführen eines erlernten Verfahrens oder einer bekannten Methode ohne die Einbettung in den Prozess der Erkenntnisgewinnung als Ganzes ist in den Bildungsstandards der Sachkompetenz zugeordnet.

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden

Die Lernenden ...

E1 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten;

E2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Lernenden ...

E3 beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen;

E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen;

E5 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung.

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Lernenden ...

E6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen;

E7 berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses;

E8 beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen;

E9 reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalische Erkenntnisgewinnung.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Lernenden ...

E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Generalisierbarkeit;

E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

Kommunikationskompetenz

Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen.

Die Physik hat ihre spezifische Art, Kommunikation zu gestalten. Die strukturierten und standardisierten Formulierungen sind grundlegend für eine rationale, fakten- oder evidenzbasierte Kommunikation. Das Verständnis dieser Art der Kommunikation und die Fähigkeit, sie mitzugestalten, ermöglichen die selbstbestimmte Teilhabe an wissenschaftlichen und gesellschaftlich relevanten Diskussionen.

Physikalische Kommunikationskompetenz zeigt sich im Verständnis und in der Nutzung von definierten Begrifflichkeiten, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen, die mathematische Logik und verlässliche Quellen als Belege für die Glaubwürdigkeit und Objektivität von Aussagen und Argumenten verwenden. Das physikalische Fachvokabular setzt sich dabei zusammen aus etablierten Fachbegriffen, abstrakten Symbolen und standardisierten Einheiten. Für Diskussionen außerhalb der Physik sind vor allem die physiktypische Nutzung bestimmter Arten von Abbildungen, Diagrammen und Symbolen, die Betonung logischer Verknüpfungen und der Wechsel zwischen situationsspezifischen und verallgemeinerten Aussagen und mehreren Darstellungsformen relevant.

Physikalisch kompetentes Kommunizieren bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Erschließen, Aufbereiten und Austauschen. Im Fach Physik tauschen die Lernenden Informationen mit Kommunikationspartnern kompetent aus, wenn sie Informationen aus Quellen entnehmen, überzeugend präsentieren und sich reflektiert an fachlichen Diskussionen beteiligen. Die sprachliche sowie mathematische Darstellung von Zusammenhängen und Lösungswegen ist dagegen Ausdruck von Sach- bzw. Erkenntnisgewinnungskompetenz, die Berücksichtigung von außerfachlichen Aspekten für die Meinungsbildung und die Entscheidungsfindung ist in den Bildungsstandards im Kompetenzbereich Bewerten enthalten.

Informationen erschließen

Die Lernenden ...

K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus;

K2 prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt;

K3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

Informationen aufbereiten

Die Lernenden ...

K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert;

K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus;

K6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge;

K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Lernenden ...

K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen;

K9 tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt;

K10 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

Bewertungskompetenz

Die Bewertungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren.

Um in Praxissituationen einen Bewertungsprozess durchführen zu können, ist es notwendig, Wissen über Bewertungsverfahren zu haben, wissenschaftliche sowie nicht wissenschaftliche Aussagen anhand von formalen und inhaltlichen Kriterien prüfen und den Einfluss von Werten, Normen und Interessen auf Bewertungsergebnisse einschätzen zu können. Im Zentrum des Bewertungsprozesses stehen dabei das Entwickeln und Reflektieren geeigneter Kriterien als Grundlage für eine Entscheidung oder Meinungsbildung und das Zusammentragen physikalischer Erkenntnisse, die – organisiert anhand der Kriterien – als Argumente dienen.

Um selbstbestimmt an gesellschaftlichen Meinungsbildungsprozessen teilhaben zu können, beziehen Lernende im Kompetenzbereich Bewerten bei gesellschaftlich relevanten Fragestellungen mit fachlichem Bezug kriteriengeleitet einen eigenen Standpunkt und treffen sachgerechte Entscheidungen. Dazu tragen sie relevante physikalische, aber auch nicht physikalische (z. B. ökonomische, ökologische, soziale, politische oder ethische) Kriterien zusammen, sammeln geeignete Belege und wägen sie unter Berücksichtigung von Normen, Werten und Interessen gegeneinander ab. Physikalisch kompetent bewerten heißt also, über die rein sachliche Beurteilung von physikalischen Aussagen hinauszugehen, weshalb rein innerfachliche Bewertungen z. B. der Anwendbarkeit eines Modells, der Güte von Experimentierergebnissen oder der Korrektheit fachwissenschaftlicher Argumentationen den anderen drei Kompetenzbereichen zugeordnet sind.

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Lernenden ...

B1 erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation;

B2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz.

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Lernenden ...

B3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab;

B4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Lernenden ...

B5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses;

B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein;

B7 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen;

B8 reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen.

2.2 Basiskonzepte

Der Beschreibung von physikalischen Sachverhalten liegen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde, die sich in Form von Basiskonzepten strukturieren lassen. Die Basiskonzepte im Fach Physik ermöglichen somit die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

Basiskonzepte werden in Lehr-Lernprozessen wiederholt thematisiert und ausdifferenziert.

Den Lernenden wird aufgezeigt, dass diese grundlegenden Konzepte in vielen verschiedenen Lernbereichen einsetzbar sind und einen systematischen Wissensaufbau und somit den Erwerb eines strukturierten und mit anderen Natur- und Ingenieurwissenschaften vernetzten Wissens unterstützen. In der folgenden Beschreibung der Basiskonzepte werden illustrierende Beispiele genannt.

Erhaltung und Gleichgewicht

Viele Sachverhalte und Vorgänge lassen sich in der Physik durch ein Denken in Bilanzen oder Gleichgewichten beschreiben und erklären. Hierbei spielen neben statischen und dynamischen Gleichgewichtsbedingungen auch Erhaltungssätze wie z. B. der Energie- und der Impulserhaltungssatz eine wesentliche Rolle. Das Basiskonzept Erhaltung und Gleichgewicht ermöglicht einen auch quantifizierenden Zugang zu Themen wie z. B. dem Hall-Effekt, der Gegenfeldmethode bei der Fotozelle, dem Franck-Hertz-Versuch, der Absorption und Emission von Licht, der charakteristischen Strahlung oder der Kernstrahlung.

Superposition und Komponenten

Die Superposition bildet eine wesentliche Grundlage der analytisch-synthetischen Vorgehensweise in der Physik. Die Überlagerung gleicher physikalischer Größen oder die Zerlegung von physikalischen Größen in Komponenten wird z. B. bei der Kräfteaddition, bei der Vektorsumme von Feldstärken, bei der Bewegung von geladenen Teilchen in Feldern, beim Induktionsgesetz oder bei der Polarisierung verwendet. Darüber hinaus ist die Superposition ein zentraler Begriff in der Quantenphysik.

Mathematisieren und Vorhersagen

Ein zentrales Merkmal der Physik ist es, Vorgänge und Zusammenhänge mathematisch zu beschreiben und daraus Erkenntnisse und Vorhersagen zu erhalten. Die Beschreibung von Größenabhängigkeiten erfolgt in Gestalt von Gleichungen und Funktionen. Die physikalische Interpretation von gegebenenfalls grafisch ermittelten Ableitungen und Integrationen eröffnet weitere Möglichkeiten für die Erkenntnisgewinnung, z. B. bei dem Lade- und Entladevorgang eines Kondensators, bei Schwingungen oder bei Induktionsvorgängen.

Zufall und Determiniertheit

In der Physik spielen Fragen nach Zufall und Determiniertheit sowohl auf einer philosophischen als auch auf einer praktischen Ebene eine Rolle. Determiniertheit ist in allen Bereichen der Physik die Grundvoraussetzung für eine Beschreibung von Phänomenen durch Gesetzmäßigkeiten, etwa für die Vorhersage von Ereignissen oder für die Modellierung durch Ausgleichskurven. Zufall tritt in der Physik in unterschiedlichen Interpretationen in Erscheinung, z. B. als Messunsicherheit, als statistische Verteilung physikalischer Größen oder im Zusammenhang mit Quantenobjekten.

In der Atomphysik ist z. B. bei einer Gasentladungsröhre der Zeitpunkt der Emission eines Photons durch ein einzelnes Gasatom zufällig, bei einer festen angelegten Spannung stellt sich aber dennoch eine eindeutig vorhersagbare Strahlungsleistung ein. Am Beispiel der

Quantenphysik kann zwischen der prinzipiellen Nichtdeterminiertheit des Verhaltens einzelner Quantenobjekte und der Determiniertheit von Nachweiswahrscheinlichkeiten durch die Versuchsbedingungen unterschieden werden.

3. Curriculum Physik

Grundlage der schriftlichen Abiturprüfungen sind die Kompetenzen des Kerncurriculums (schwarz) sowie die regional abgestimmten Ergänzungen zum Kerncurriculum (blau). Sie sind verpflichtend im Unterricht zu behandeln.

Ggf. schulspezifische Ergänzungen (grün) sind keine Grundlage der schriftlichen Abiturprüfungen.

3.1 Qualifikationsphase 11/1 – Das Feldkonzept (1) – Das elektrische Feld

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden... • beschreiben die Struktur elektrischer Felder* (Feldbegriff, Feldlinien, homogenes Feld, Radialfeld, Dipolfeld, Superposition von Feldern) (S1, E6, K3) • beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper (S2, E4, K4) • skizzieren und interpretieren Feldlinienbilder für das homogene Feld, das Feld einer Punktladung und das eines Dipols (S3, E6, K7, B2) * Die Beschreibung magnetischer Felder erfolgt im Anschluss.	Begriff des Feldes am Beispiel von elektrischen Feldern ▪ beschreiben, skizzieren und interpretieren typische Feldlinienbilder (Radialfeld, Feld zweier Punktladungen, homogenes Feld) ▪ qualitativ: Superposition von elektrischen Feldern	

• beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen (S7, E5, K6) • werten in diesem Zusammenhang Messreihen angeleitet aus (S6, E7, K8) • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Kraftwirkung auf eine Probeladung und der elektrischen Feldstärke (zum Beispiel anhand des Millikan-Versuchs)	Elektrische Feldstärke ▪ prüfen den Zusammenhang zwischen der Kraft F und Probeladung q durch eine graphische Auswertung oder Quotientengleichheit auf Proportionalität mithilfe geeigneter Messdaten ▪ bestimmen den Proportionalitätsfaktor E mit Hilfe einer graphischen Auswertung (Steigung der Geraden) und einer linearen Regression mit Hilfe des wissenschaftlichen Taschenrechners. ▪ wenden die Formel $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$ an (Interpretation der Richtung und Rechnungen mit Beträgen) ▪ übertragen den Zusammenhang auf zwei geladene Körper und wenden das Coulomb-Gesetz an $F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ ▪ bestimmen die Elementarladung e mit Hilfe des Millikan-Versuchs (als Real- oder Simulations-experiment)	● Auswertung von Messreihen und grafische Darstellung (z.B. Messwerte aus leifiphysik) ● Analogie zum Gravitationsfeld
• berechnen charakteristische Größen (Kapazität, elektrische Feldstärke, elektrische Energie) eines Plattenkondensators und beschreiben technische Anwendungen (zum Beispiel Standlicht beim Fahrrad) (S5, E10, K9) • erläutern qualitativ den Auflade- und Entladevorgang eines Kondensators anhand von t-I-Diagrammen und beschreiben mathematisch den Entladevorgang mithilfe der Exponentialfunktion sowie den Einfluss der Parameter R und C (S7, E5, E11)	Kondensator als Energiespeicher, Kapazität und elektrische Energie in einem geladenen Kondensator ▪ wenden folgende Formeln an: $C = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ $E = \frac{U}{d}$ $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ ▪ erstellen aus Messdaten zugehörige t-I-Diagramme und beschreiben qualitativ den Einfluss von R und C. ▪ wenden die vorgegebene Gleichung $I(t) = I_0 e^{-\frac{1}{R \cdot C} t}$ an und prüfen Messwerte für verschiedene RC-Kombinationen.	● Wird erst unterrichtet, wenn in Mathematik die e-Funktion behandelt wird.

3.2 Qualifikationsphase 11/1 – Körper in statischen Feldern (1) – im elektrischen Feld

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
beschreiben qualitativ die Bewegung geladener Teilchen parallel und senkrecht zu einem homogenen elektrischen Feld und wenden hierbei ihre Kenntnisse aus der Mechanik an (Newtonsche Prinzipien, potenzielle und kinetische Energie, Energieerhaltungssatz, Bahnformen qualitativ) (S3, E1, K7)	Kräfte auf Körper in homogenen elektrischen Feldern und deren Bahnkurven - begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven für die Fälle $\vec{v} \parallel \vec{E}$ und $\vec{v} \perp \vec{E}$. - übertragen ihre Kenntnisse auf andere geladene Teilchen. Energiebetrachtungen von Körpern in homogenen elektrischen Feldern - leiten die zugehörige Gleichung für die Geschwindigkeit von Elektronen in der Elektronenstrahlröhre angeleitet her und wenden die Formel an $v_x = \sqrt{\frac{2U_b q}{m_e}}$	Berechnung der Geschwindigkeit und Ablenkung in der Braunschen Röhre

3.3 Qualifikationsphase 11/1 – Das Feldkonzept (2) – Das magnetische Feld

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
• beschreiben die Struktur magnetischer Felder* (Feldbegriff, Feldlinien, homogenes Feld, Radialfeld, Dipolfeld, Superposition von Feldern) (S1, E6, K3) • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter und der magnetischen Flussdichte (Definition der magnetischen Flussdichte, Messung von Flussdichten zum Beispiel an stromdurchflossenen Spulen) (S5, E1, K5) * Fortsetzung zur Struktur von Feldern	Magnetische Flussdichte ▪ ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln. ▪ skizzieren typische Feldlinienbilder eines Stab- und Hufeisenmagneten, eines stromdurchflossenen Leiters und einer Spule. ▪ erläutern ein Experiment zur Bestimmung von B mit Hilfe einer Stromwaage. ▪ prüfen den Zusammenhang zwischen der Kraft F und Leiterlänge l und Stromstärke I durch eine graphische Auswertung oder Quotientengleichheit auf Proportionalität mithilfe geeigneter Messdaten. ▪ begründen die Definition der magnetischen Flussdichte B $B = \frac{F}{l \cdot I}$	● Vergleich magnetischer und elektrischer Felder

3.4 Qualifikationsphase 11/1 – Körper in statischen Feldern (2) – im Magnetfeld und elektrischen Feld

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
• erläutern die Kraftwirkung auf eine bewegte elektrische Ladung in einem homogenen Magnetfeld (Lorentzkraft, Dreifingerregel) (S1, E6, K8) • beschreiben qualitativ die Bewegung geladener Teilchen senkrecht zu einem homogenen Magnetfeld (Bahnformen qualitativ) (S5, E2, K9)	Kräfte auf Körper in homogenen magnetischen Feldern und deren Bahnkurven • begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven • berechnen die Lorentzkraft F_L für die Bewegung eines geladenen Teilchens senkrecht zu den Feldlinien in einem homogenen magnetischen Feld. $F_L = q \cdot v \cdot B$ • bestimmen angeleitet mit Hilfe eines Experiments die Konstante e/m $\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U}{B^2 \cdot r^2}$ • Wienfilter als Anwendung gekreuzter elektrischer und magnetischer Felder	

3.5 Qualifikationsphase 11/1 – Veränderliche elektromagnetische Felder

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
• untersuchen experimentell das Faraday'sche Induktionsgesetz und beschreiben zugehörige Phänomene der Induktion (Definition magnetischer Fluss, Lenz'sche Regel) (S4, E9, K5, B4) • berechnen Induktionsspannungen unter Verwendung der mittleren Änderungsrate des magnetischen Flusses (Differenzenquotient) (S7, E4, K7) • beschreiben qualitativ technische Anwendungen des Induktionsgesetzes (zum Beispiel Generator, Transformator, Induktionsladegerät, Induktionskochplatte) (S3, E10, B3, B5)	Induktion durch Änderung des magnetischen Flusses ▪ führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch. ▪ werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes für den Fall linearer Änderungen von A bzw. B aus. $U_{ind} = - N \cdot B \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t}$ $U_{ind} = - N \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$ $\phi = B \cdot A$ $U_{ind} = - N \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ ▪ beschreiben die Induktionskochplatte und Wirbelstrombremse als Beispiele für technische Anwendungen der Induktion.	● Magnetische Flussdichte einer langen Spule ● Selbstinduktion

3.6 Qualifikationsphase 11/2 – Schwingungen

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
• beschreiben die Begriffe Schwingung, Schwingungsebene, Auslenkung und Amplitude (S2, E6, K2) • wenden den Zusammenhang zwischen Frequenz und Periodendauer an (S3, E4, K6) • stellen harmonische Schwingungen grafisch dar (S7, E6, K3) • beschreiben ungedämpfte harmonische Schwingungen mathematisch (Sinus und Kosinus ohne Nullphasenwinkel) (S7, E2, K3) • untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer von der Masse beim Feder-Masse-Pendel und bestimmen den funktionalen Zusammenhang (S6, E4, K7)	Mechanische harmonische Schwingungen: charakteristische Größen und ihre Zusammenhänge $T=1/f$ ▪ verwenden Sinuskurven zur grafischen Beschreibung. ▪ ermitteln Werte durch Ablesen an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder geeignetes digitales Werkzeug). ▪ definieren den Begriff der harmonischen Schwingung $s(t)=s_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)=s_{max} \cdot \sin\left(\frac{2\cdot\pi}{T} \cdot t\right)$ oder $s(t)=s_{max} \cdot \cos(\omega \cdot t)=s_{max} \cdot \cos\left(\frac{2\cdot\pi}{T} \cdot t\right)$ ▪ untersuchen die Abhängigkeiten $T \sim \sqrt{m}$ und $T \sim \frac{1}{\sqrt{D}}$ bestimmen den Proportionalitätsfaktor mit Hilfe einer graphischen Auswertung (Linearisierung, Steigung der Geraden) oder einer linearen Regression mit Hilfe des wissenschaftlichen Taschenrechners	● Analogie zum Fadenpendel ● Schülerexperiment mit Handys und der App phyphox

	bestätigen die zugehörigen Abhängigkeiten anhand experimenteller Daten. $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$	
- beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises (S5, E5, K4, B6) - vergleichen die Energieumwandlungen beim Federpendel mit denen beim elektromagnetischen Schwingkreis (S2, E2, K1, B1)	- zeichnen Schaltskizze und beschreiben Funktionsweise der Bauteile - beschreiben qualitativ in Analogie die Umwandlungen von potentieller und kinetischer Energie sowie elektrischer und magnetischer Feldenergie	Thomsonsche Schwingungsgleichung

3.7 Qualifikationsphase 11/2 – Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
- beschreiben die Erzeugung und Ausbreitung harmonischer Wellen, insbesondere mit den Begriffen Wellenlänge, Frequenz, Amplitude, Ausbreitungsgeschwindigkeit (S2, E6, K4) - wenden den Zusammenhang zwischen Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge und Frequenz an (S7, E4, K6)	Harmonische Wellen: charakteristische Größen und ihre Zusammenhänge λ, f, s_{max}, c $c = \lambda \cdot f$ Longitudinal- und Transversalwelle, lineare Polarisation	

• vergleichen longitudinale und transversale Wellen am Merkmal Polarisierbarkeit (S3, E3, K1, B2) • beschreiben die Phänomene Brechung, Reflexion und Beugung als Phänomene, die bei der Wellenausbreitung auftreten (S3, E5, K4) • ordnen die Farben des sichtbaren Lichts und weitere Wellenlängenbereiche in das elektromagnetische Spektrum ein (S2, E6, K1, B6)	▪ beschreiben Beispiele für transversale und longitudinale Wellen. ▪ erklären Polarisierbarkeit bei Transversalwellen. ▪ nennen im Zusammenhang der Beugung das Huygens'sche Prinzip. ▪ das Reflexions- und Brechungsgesetz interpretieren und anwenden ▪ führen Analogiebetrachtungen zu Wasserwellen durch. Spektrum elektromagnetischer Wellen ▪ beschreiben Beispiele von relevanten Wellenlängenbereichen außerhalb des sichtbaren Spektrums z.B. UV-, IR-Licht, Mikrowellen, Röntgenstrahlung...	● Strahlengänge (z.B. am Prisma) mit Brechungsgesetz berechnen und skizzieren ● Totalreflexion
--	--	---

3.8 Qualifikationsphase 12/1 – Überlagerung von Wellen

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
• beschreiben die Interferenzmuster am Doppelspalt mit mono- und polychromatischem Licht (S4, E1, K4) • erklären das Entstehen der Interferenzmaxima und -minima am Doppelspalt mit der Superposition von Wellen (S1, E6, K8) • führen Experimente zur Untersuchung von Interferenzphänomenen beim Doppelspalt und Gitter durch (S4, E5, K7) • berechnen die Wellenlänge von monochromatischem Licht (S7, E4, E7, K9)	Interferenz am Doppelspalt auch mit polychromatischem Licht ▪ beschreiben Interferenzmuster über unterschiedliche Intensitäten auf dem Schirm ▪ erklären Interferenzmaxima und -minima mit Hilfe des Gangunterschieds Δs ▪ leiten die Näherungsgleichung für die Interferenzmaxima am Doppelspalt vorstrukturiert und begründet her. $\frac{k \cdot \lambda}{g} = \sin(\alpha_k) \quad k=0, 1, 2, \dots$ ▪ führen angeleitete Experimente mit z.B. Laser- oder LED-Licht eigenständig durch und protokollieren ihre Vorgehensweise. ▪ wenden die hergeleitete Gleichung an	● Analogie zur Interferenz von Schallwellen ● auch möglich, aber nicht in der Formelsammlung angegeben: $\lambda = \frac{\sin(\arctan(\frac{a}{e})) \cdot g}{n}$ ● mögliches Schülerexperiment
• beschreiben stehende Wellen mit den Begriffen Knoten, Bäuche, konstruktive und destruktive Interferenz (S1, E6, K4)	Stehende Wellen ▪ erklären Interferenzphänomene für stehende Transversalwellen mit zwei festen Enden und schließen so auf die Bedingung: ▪	

• erklären stehende Wellen als Interferenzphänomen (S1, E4, K8, B1) • ermitteln die Wellenlänge einer durch Reflexion erzeugten stehenden Welle (S3, E4, K7)	$f_n = n \cdot \frac{c}{2L} \text{ mit } n = 1, 2, 3, \dots$ ▪ ermitteln die Wellenlänge von stehenden Transversalwellen mit zwei festen Enden über $\lambda_n = \frac{2L}{n} \text{ mit } n = 1, 2, 3, \dots$	
---	--	--

3.9 Qualifikationsphase 12/1 – Quantenphysik und Materie

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
• beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotозelle (S4, E2, K7) • nennen die Einsteingleichung und interpretieren aufgrund der Lichtquantenhypothese das f-E-Diagramm beim äußeren lichtelektrischen Effekt (S1, E4, E9, K6)	Zusammenhänge der Größen Energie, Frequenz und Wellenlänge ▪ beschreiben den experimentellen Aufbau der Vakuumphotozelle und erklären die Aufnahme der Messwerte ▪ überprüfen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz. ▪ deuten das zugehörige f-E_{kin} - Diagramm (Gegenfeldmethode) und bestimmen anhand des Diagramms die Plancksche Konstante h über: $E_{kin.max} = h \cdot f - W_A$	● Einstieg mit Hallwachs-Experiment ● Widersprüche zum Wellenmodell

• beschreiben ein Doppelspaltexperiment mit Elektronen, insbesondere das Entstehen des Interferenzmusters (S1, E4, K4, K10, B2) • erläutern, dass für Quantenobjekte der Determinismus der klassischen Physik durch Wahrscheinlichkeitsaussagen ersetzt wird (S2, E3, K4, B8) • ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung (S7, E4, K6)	Grundlegende Aspekte der Quantentheorie, Stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung, Komplementarität ▪ deuten das Interferenzmuster eines Doppelspaltexperimentes (mit Photonen, mit Elektronen) stochastisch. Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Quantenobjekten ▪ bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit an der Elektronenbeugungsröhre. $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{\sqrt{2U_B \cdot e \cdot m}}$	● Applet Doppelspalt von der LMU München
• erläutern die Begriffe Interferenz, Superposition, stochastische Vorhersagbarkeit und Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit als Eigenschaften von Quantenobjekten (Elektronen, Photonen) (S1, E6, K4, B7)	Quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus ▪ beschreiben und deuten die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität. ▪ erläutern den Begriff Komplementarität mithilfe der Beobachtungen an einem Doppelspaltexperiment mit einzelnen Quantenobjekten.	

3.10 Qualifikationsphase 12/1 – Atomvorstellungen

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden... • beschreiben das Energiestufenmodell (S2, E1, K2, B2) • erklären das Entstehen von Linienspektren bei Gasentladungslampen (S1, E6, K8) • erläutern Emission und Absorption von Photonen und deuten zugehörige Übergänge im Energieniveauschema (S6, E4, K4, B1) • ermitteln die Wellenlängen der ausgesendeten Strahlung aus Energiedifferenzen im Energiestufenmodell (S7, E4, B2)	Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen diskretem Spektrum und Energieniveauschema ▪ beschreiben einen Franck-Hertz-Versuch und deuten die Abnahme der Stromstärke und die Leuchterscheinungen in der Franck-Hertz-Röhre als Folge von Anregungen von Atomen durch Elektronenstöße. ▪ erklären die Beobachtungen bei Gasentladungslampen durch die Annahme diskreter Energieniveaus (ohne mathematische Beschreibung der Energieniveaus) in der Atomhülle. ▪ deuten Absorptions- und Emissionsspektren von Natriumgas ▪ benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. $E = h \cdot f$	

erläutern den Aufbau eines Atoms und beschreiben Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeitsverteilung für das Elektron (S1, E4, K1, B1)	Qualitative Betrachtung eines quantenmechanischen Atommodells - erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle und wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an. - wenden die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell an $E_n = \frac{h^2}{8 \cdot m \cdot L^2} \cdot n^2 \text{ für } n=1,2,3\dots$ - stellen einen Zusammenhang zwischen Orbitalen und Nachweiswahrscheinlichkeiten für Elektronen anschaulich her.	
--	---	--

3.11 Qualifikationsphase 12/2 – Röntgenstrahlung und Atomkern

Kompetenzen	regional abgestimmte Themenfelder und Inhalte <i>Verknüpfen von Kompetenzen mit geeigneten Inhalten und Methoden, dabei Anwenden von Kompetenzen an verschiedenen Inhalten</i>	schulspezifische Ergänzungen
Die Lernenden...		
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Röntgenröhre (S5, E1) - erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen (S3, E6, K8, B6)	- beschreiben ein Verfahren zur Aufnahme eines Röntgenspektrums. - erläutern die Entstehung der Bremsstrahlung - erklären die quantenhafte Emission der charakteristischen Strahlung durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle des Anodenmaterials - beschreiben die Drehkristallmethode und erklären die Bragg-Reflexion	

	Bestimmung der Grenzwellenlänge und Bestimmung des Planckschen Wirkungsquantums	
- stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf. (S3, E6, K3) - stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus und erläutern das Zerfallsgesetz. (S7, E4, E7, K6)	- stellen Kernumwandlungen durch Zerfallsgleichungen dar. - beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung - den radioaktiven Zerfall durch das Zerfallsgesetz beschreiben und berechnen - bestimmen den funktionalen Zusammenhang mit einer Regression mit Hilfe des wissenschaftlichen Taschenrechners $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ - leiten die Halbwertszeit $T_{1/2}$ aus obiger Gleichung her $T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$ - Erläutern das Prinzip der Altersbestimmung mit Hilfe der C-14 Methode	

4. Klausuren und zugelassene Hilfsmittel

Klausuren und Aufgabenarten

Für die Klausuren gilt folgender Rahmen: Formal und inhaltlich sind die Anforderungen sukzessiv an die Leistungserwartungen in der Abiturprüfung angepasst. Dies gilt sowohl für die Korrektur als auch die Bewertung und Benotung.

In jedem Halbjahr der Qualifikationsphase wird eine Klausur geschrieben.

Die Dauer der Klausuren beträgt mindestens 90 Minuten und maximal die Länge der Abiturklausur.

Der Schwerpunkt der Klausurleistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III berücksichtigt. Die Formulierung der Arbeitsaufträge im Unterricht und in den Klausuren erfolgt gemäß der von der KMK veröffentlichten Liste „Operatoren für das Fach Physik an den Deutschen Schulen im Ausland“ (siehe Anhang).

Im Laufe der Qualifikationsphase müssen Überprüfungen der experimentellen Kompetenzen (Experiment planen und/oder Experiment durchführen und/oder Experiment auswerten) der Schülerinnen und Schüler in Leistungsnachweisen durchgeführt werden.

Aufgabenarten in der schriftlichen Abiturprüfung

Dem Prüfling werden (entsprechend der FachHis in der Fassung 12.03.2024) vier Aufgaben zur Auswahl gestellt, von denen drei bearbeitet werden müssen. Alle drei gewählten Aufgaben bilden als Einheit die Prüfungsaufgabe. Jede schriftliche Prüfung (Prüfungsaufgabe) besteht somit aus drei Aufgaben, die unabhängig voneinander bearbeitet werden können. Höchstens eine der drei Aufgaben kann einen experimentellen Anteil haben. Es muss keine Aufgabe mit einem experimentellen Anteil gestellt werden.

In der schriftlichen Prüfung im Fach Physik können neben materialgebundenen auch experimentelle Aufgabenarten verwendet (BiSta 3.2.1.1 und 3.2.1.2) werden, wobei eine Überschneidung möglich ist:

- **Materialgebundene Aufgabe:** Bei der materialgebundenen Aufgabe geht es um die Erläuterung, Auswertung, Kommentierung, Interpretation und Bewertung fachspezifischer Materialien (z. B. Texte, Abbildungen, Tabellen, Messreihen, Versuchsergebnisse, Diagramme).
- **Aufgaben mit experimentellem Anteil:** Die experimentelle Aufgabe schließt zusätzlich zur materialgebundenen Aufgabe die Gewinnung von Beobachtungen und Daten sowie ggf. die Planung der Datengewinnung ein.
Bei experimentellen Aufgaben werden die Schulen frühzeitig über das bereit zu haltende Material informiert.
Die Abiturkommission erstellt im Vorfeld einen Datensatz mit geeigneten Messwerten, der dem Prüfling für den Fall des Misslingens ggf. vorgelegt werden kann, damit dieser die Aufgabe fortführen kann.

Zugelassene Hilfsmittel

Der Einsatz von Hilfsmitteln richtet sich nach dem Vorgehen im Unterricht und nach der Ausgestaltung der Klausuraufgaben. Dabei können folgende Hilfsmittel zugelassen werden:

- ein Rechtschreibwörterbuch (Deutsche Sprache),
- ein zweisprachiges Wörterbuch,
- eine mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung,

- ein wissenschaftlicher Taschenrechner (WTR), welcher den Funktionsumfang der folgenden Modelle nicht übersteigt: Casio fx - 991 DE CW ClassWiz, Casio fx - 991 DE X ClassWiz und Casio fx - 991 DE XII ClassWiz.

Die Hilfsmittel dürfen keine Eintragungen oder Markierungen enthalten.

Als Formelsammlung wird die in Deutschland erarbeitete Formelsammlung genutzt, die im Anhang dieses Dokumentes zu finden ist. Diese gewährleistet eine einheitliche Verwendung von physikalischen Symbolen, Indizes, physikalischen Einheiten und Begriffen in der Region.

5. Anhang

Operatoren

Operatoren für das Fach Physik an den Deutschen Schulen im Ausland

In der Regel können Operatoren je nach Zusammenhang und unterrichtlichen Voraussetzungen in jedem der drei Anforderungsbereiche eingeordnet werden; hier wird der überwiegend in Betracht kommende Anforderungsbereich genannt. Die erwarteten Leistungen können durch zusätzliche Angabe in der Aufgabenstellung präzisiert werden.

Operator	Beschreiben der erwarteten Leistung	Beispiele Physik	AFB
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen	Leiten Sie aus den experimentellen Ergebnissen zu den Linienspektren die Notwendigkeit ab, dass es im Energiestufenmodell nur diskrete Zustände gibt.	II
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben	Schätzen Sie die Messunsicherheit bei diesem Experiment ab.	II
analysieren	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten	Analysieren Sie den Versuchsaufbau hinsichtlich der Möglichkeiten der Verminderung von Messunsicherheiten.	II
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen	Wenden Sie das Induktionsgesetz auf die beschriebene Situation an.	II
aufstellen, formulieren	Formeln, Gleichungen entwickeln	Formulieren Sie den im Diagramm ablesbaren Zusammenhang mithilfe einer Gleichung.	II
aufstellen von Hypothesen	eine Vermutung über einen unbekannten Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird	Stellen Sie eine Hypothese auf, von welchen Größen die magnetische Flussdichte in einer stromdurchflossenen Spule abhängen könnte.	III
angeben, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben	Nennen Sie das Induktionsgesetz.	I
auswerten	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen	Werten Sie die Versuchsreihen zur Untersuchung der magnetischen Flussdichte in einer stromdurchflossenen Spule aus.	III
begründen	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen	Begründen Sie, dass es sinnvoll ist zur Ermittlung der Periodendauer mehrere Schwingungen zu nutzen.	II
berechnen	Die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen.	Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Elektronen aus den gegebenen Versuchsdaten.	II

Operator	Beschreiben der erwarteten Leistung	Beispiele Physik	AFB
beschreiben	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren	Beschreiben Sie das Entstehen des Interferenzmusters beim Doppelspaltexperiment mit Elektronen.	II
beurteilen	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.	Beurteilen Sie die Auswirkungen einer Vergrößerung der Gitterkonstanten auf das Interferenzbild.	III
bewerten	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.	Bewerten Sie das im Material beschriebene Induktionsladegerät hinsichtlich der Kriterien der Nachhaltigkeit.	III
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen.	Stellen Sie die Struktur Ihnen aus dem Unterricht bekannter elektrischer und magnetischer Felder dar.	I
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen	Diskutieren Sie die These „Induktion kann ein wesentlicher Baustein zur Förderung der Elektromobilität sein“.	III
dokumentieren	alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen zu einem Sachverhalt/Vorgang angeben	Dokumentieren Sie Ihr Vorgehen beim Auswerten der Messreihe.	I
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt	Erklären Sie das Auftreten einer Induktionsspannung im beschriebenen Experiment.	II
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen	Erläutern Sie die Entstehung von Linienspektren am Beispiel von Wasserstoff.	II
ermitteln	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen	Ermitteln Sie den Wert des Planck'schen Wirkungsquantums aus dem f - E -Diagramm.	II
herleiten	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen	Leiten Sie folgende Gleichung für die Berechnung der Wellenlänge aus der Energiedifferenz im Energiestufenmodell her: $\lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E}$	II
interpretieren, deuten	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen	Interpretieren Sie die Versuchsergebnisse vor dem Hintergrund des elektromagnetischen Spektrums.	III

Operator	Beschreiben der erwarteten Leistung	Beispiele Physik	AFB
ordnen	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen	Ordnen Sie die vorgegebenen t - I -Diagramme nach der Größe der verwendeten Kapazität.	II
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren	Planen Sie ein Experiment zur Aufnahme von Messwerten für ein t - I -Diagramm einer Kondensatorentladung.	II
protokollieren	Ablauf, Beobachtungen und Ergebnisse sowie ggf. Auswertung (Ergebnisprotokoll, Verlaufsprotokoll) in fachtypischer Weise wiedergeben	Führen Sie den Versuch zur Ermittlung der Wellenlänge durch. Protokollieren Sie Ihr Vorgehen.	II
prüfen/überprüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und ggf. Widersprüche aufdecken	Prüfen Sie die vorgegebenen Quellen hinsichtlich Relevanz für den Sachverhalt „Stehende Welle“.	II
skizzieren	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen	Skizzieren Sie das Feldlinienbild für das Feld einer Punktladung.	I
untersuchen	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen	Untersuchen Sie anhand der Messreihe den Zusammenhang zwischen magnetischer Flussdichte und Induktionsspannung.	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten	Vergleichen Sie das Magnetfeld eines Stabmagneten mit dem einer stromdurchflossenen Spule.	II
zeichnen	Objekte grafisch exakt darstellen	Zeichnen Sie das zugehörige t - I -Diagramm.	I

Formelsammlung

Die zu verwendende Formelsammlung ist hier abrufbar:

https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/abitur/dokumente/naturwissenschaften/N_Mathematischna.pdf