Schulinterner Lehrplan

des Friedrich-Spee-Gymnasiums Geldern
für das Fach

Physik

FSG
FRIEDRICH-SPEE-
GYMNASIUM GELDERN

Qualifikationsphase: Grundkurs

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
Erforschung des Elektrons Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden? Zeitbedarf: 18 Ustd.	*Quantenobjekte* Elektron (Teilchenaspe •)	UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E5 Auswertung E6 Modelle
Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? Zeitbedarf: 24 Ustd.	*Elektrodynamik* • Spannung und elektrische Energie • Induktion Spannungswandlung	UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung E6 Modelle B1 Kriterien
Wirbelströme im Alltag Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen? Zeitbedarf: 6 Ustd	*Elektrodynamik* Induktion	UF4 Vernetzung E5 Auswertung B1 Kriterien
Erforschung des Photons Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden? Zeitbedarf: 19 Ustd.	*Quantenobjekte* • Photon (Wellenaspekt	E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung K3 Präsentation
. *Photonen und Elektronen als Quantenobjekte* Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? Zeitbedarf: 8 Ustd.	*Quantenobjekte* • Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt) • Quantenobjekte und ihre Eigenschaften	E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation B4 Möglichkeiten und Grenzen
Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 75 Stunden		

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

Qualifikationsphase: Grundkurs Q1

Inhaltsfeld: Elektrodynamik (GK)

Kontext: *Erforschung des Elektrons*

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?
Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron (Teilchenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können
(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Elementar-ladung (8 Ustd.)	erläutern anhand einer vereinfachten Version des *Millikanversuchs* die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5), untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).	schwebender Wattebausch **Millikanversuch** Schwebefeld-methode Auch als Simulation möglich	Elektrisches Feld in Analogie zum Gravitationsfeld Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhangs zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren
Elektronen-masse (6 Ustd.)	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1), bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2), modellieren Vorgänge im *Fadenstrahlrohr* (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),	***e/m*-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulen-paar**	Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft: Einführung des Begriffs des magnetischen Feldes Zusammenhang zwischen magnetischer Kraft, Leiterlänge und Stromstärke. Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone.

Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge (4 Ustd.)	erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).	***Experiment zur Elektronenbeu-gung an polykristallinem Graphit***	Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung
18 Ustd.	Summe		

Kontext: Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren

Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler…	Experiment / Medium	Kommentar
Wandlung von mechanischer in elektrische Energie: Elektromag-netische Induktion Induktions-spannung (8 Ustd.)	erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6), definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2), bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - „Leiterschaukel-versuch“ Messung von Spannungen mit diversen Spannungs messgeräten Gedankenexperimen te zur Überführungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird. Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U, v und B.	Definition der Spannung Beispielen für Energieumwandlungsprozesse bei Ladungstransporten, Anwendungsbeispiele. Beziehung zwischen Induktionsspannung, Leitergeschwindigkeit und Stärke des Magnetfeldes (deduktiv) herleiten

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler…	Experiment / Medium	Kommentar
Technisch praktikable Generatoren: Erzeugung sinusförmiger Wechselspan-nungen (6 Ustd.)	recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2), erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),	Internetquellen, Lehrbücher Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstrom-generatoren	.
	erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6), werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),	Messung und Registrierung von Induktionsspannun-gen z.B. mit Oszilloskop	Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler…	Experiment / Medium	Kommentar
Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“ Transformator (6 Ustd.)	erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3), ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim *Transformator* (UF1, UF2). geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4), werten Messdaten, die mit einem *Oszilloskop* bzw. mit einem *Messwerterfassungssystem* gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). führen Induktionserscheinungen an einer *Leiterschleife* auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),	diverse „Netzteile“ von Elektro-Kleingeräten (mit klassischem Transformator) Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten ruhende Induktionsspule in wechselstromdurch-flossener Feldspule	Übersetzungsverhältnisse der Spannungen beim Transformator experimentell ermitteln Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der Stärke des magnetischen Feldes wird experimentell im Lehrerversuch erschlossen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler…	Experiment / Medium	Kommentar
Energieerhal-tung Ohm´sche „Verluste“ (4 Ustd.)	verwenden ein physikalisches *Modellexperiment zu Freileitungen*, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3), bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1), zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4), beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).	**Modellexperiment** zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm’schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen	
24 Ustd.	**Summe**		

Kontext: Wirbelströme im Alltag

Leitfrage: Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?
Inhaltliche Schwerpunkte: Induktion

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können
(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Lenz´sche Regel (6 Ustd.)	erläutern anhand des *Thomson´schen Ringversuchs* die Lenz´sche Regel (E5, UF4), bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),	Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten **Thomson'scher Ringversuch** diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet" im Alu-Rohr.	Erarbeitung der Lenz´sche Regel durch den Ringversuch Erarbeitung von Anwendungsbeispielen zur Lenz'schen Regel
6 Ustd.	**Summe**		

Inhaltsfeld: ***Quantenobjekte (GK)***
Kontext: ***Erforschung des Photons***
Leitfrage: Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?
Inhaltliche Schwerpunkte: Photon (Wellenaspekt)
Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können
(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar/didaktische Hinweise**
Beugung und Interferenz Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung (12 Ustd.)	veranschaulichen mithilfe der *Wellenwanne* qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3), bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit *Doppelspalt* und *Gitter* (E5),	**Doppelspalt** und **Gitter**, **Wellenwanne** quantitative Experimente mit Laserlicht	Ausgangspunkt: Beugung von Laserlicht Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne Bestimmung der Wellenlängen von Licht mit Doppelspalt und Gitter
Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit (7 Ustd.)	demonstrieren anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2),	**Photoeffekt** Hallwachsversuch Vakuumphotozelle	Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums und der Austrittsarbeit
19 Ustd.	**Summe**		

Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?
Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt), Quantenobjekte und ihre Eigenschaften.
Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können
(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
(K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler…	Experiment / Medium	Kommentar

Licht und Materie (8 Ustd.)	erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7), verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3). zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4), beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4).	Computer-simulation Doppelspalt Photoeffekt	Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik
8 Ustd.	Summe		