

Gymnasium Am Kattenberge

Fachschaft Physik

Schuleigener Arbeitsplan für den Physikunterricht in der Qualifikationsphase (Jg. 12/13) auf erhöhtem Anforderungsniveau für den Jg. 12 gültig ab dem Schuljahr 2023/2024 für den Jg. 13 gültig ab dem Schuljahr 2024/2025

Entsprechend der derzeit gültigen Fassung des Kerncurriculums „Physik“ für die gymnasiale Oberstufe (2022) und der VO-GO und EB-VO-GO gilt:

Anzahl der Unterrichtsstunden: fünf Stunden pro Woche ganzjährig; alternativ im wöchentlichen Wechsel sechs und vier Wochenstunden

Unterrichtsthemen: **12.1** Elektrizität (Das elektrische Feld, Das magnetische Feld, Induktion),
12.2 Schwingungen, Wellen und Wellenoptik
13.1 Quantenobjekte, Atomhülle,
13.2 Atomkern

Klausuren:

Schulhalbjahr	12.1	12.2	13.1	13.2
Anzahl	2	1 ^[1]	1 ^[2]	1
Dauer	90 min	135 min	270 min	90 min
Gewichtung	50 %	40 %	40 %	50 %

[1] Die Klausur in 12.2 findet am zweiten Klausurtermin laut Klausurplan statt.

[2] Die Klausur in 13.1 ist die Klausur unter abiturähnlichen Bedingungen (Probeabitur).

Die Benotung erfolgt im Punktesystem nach dem Bewertungsmaßstab der schriftlichen Abiturprüfung wie folgt:

ab Prozent	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	33	27	20	00
Punkte	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00

Leistungsbewertung: Die Leistungen werden je Schulhalbjahr im Punktesystem (0 bis 15 NP) bewertet.

Schülerbuch: R. Müller (Hg.), *Dorn-Bader Physik Sek II Qualifikationsphase Gymnasium Niedersachsen*, Westermann, Braunschweig, 2019, ISBN 978-3-14-152337-9

Nachschlagewerk: *Das große Tafelwerk interaktiv 2.0 – Formelsammlung für Niedersachsen*, Cornelsen, Berlin, 2012, ISBN 978-3-06-001615-0
ist als Hilfsmittel eingeführt und soll im Unterricht regelmäßig benutzt werden. Nur diese Formelsammlung und gleichwertige ältere Ausgaben sind für Klausuren und Abiturprüfungen zugelassen.

Taschenrechner: *Der grafikfähige Taschenrechner (GTR) TI-82 STATS* ist im Jahrgang 8 eingeführt worden und soll im Unterricht regelmäßig benutzt werden. Nur dieses Modell ist für Klausuren und Abiturprüfungen zugelassen.

Sicherheitsunterweisung: Die SuS werden zu Beginn eines jeden Halbjahrs durch die unterrichtende Lehrkraft unterwiesen. Die durchgeführte Unterweisung ist im Kursbuch zu dokumentieren.

Die Tabellen auf den Folgeseiten konkretisieren die Inhalte der Themen und ordnen die Kompetenzen aus dem Kerncurriculum zu. Die Angaben zur Dauer verstehen sich als Richtwerte und können variieren.

Die Versionen 1 und 2 basierten auf dem Kerncurriculum 2017. Die folgenden Versionen basieren auf dem Kerncurriculum 2022.

Gültig ab dem Schuljahr 2019/2020 durch Beschluss der FK vom 05.06.2019 (Vers. 1),
geändert durch Beschluss der FK vom 12.01.2021 (Vers. 2),
zuletzt geändert durch Beschluss der FK vom 13.06.2023 (Vers. 3).

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...
0 0,5 DS	Sicherheitsunterweisung, Organisation, Leistungsbeurteilungsbasis, Operatorenliste	kennen die Verhaltensregeln im naturwissenschaftlichen Unterricht.
A: Das elektrische Feld		
A-1 1,5 DS	Funktionale Zusammenhänge; Regression mit dem GTR; wissenschaftliche Schreibweise Elektrische Stromstärke, elektrische Ladung, Influenz und Polarisierung (Wdh.)	Es sind keine Kompetenzen im KC zugeordnet. Wiederholung von Inhalten aus der Sek I und EP zur Vorbereitung auf die geforderten KC-Inhalte.
A-2 2 DS	Ladungsmessung Bestimmung der Ladungsmenge Q quantitativer Zusammenhang zwischen Ladung und Stromstärke	IK beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke. PK werten Daten aus durchgeführten Experimenten aus.
A-3 2 DS	Elektrisches Feld Ladungen, elektrische Feldlinien, Dipole, homogenes Feld, Punktladung, Ladungstrennung	IK beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper. PK - skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld, das Feld einer Punktladung und das eines Dipols. - beschreiben die Funktionsweise eines faradayschen Käfigs als Resultat des Superpositionsprinzips.
A-4 3 DS	Elektrische Feldstärke Messen der Kraft auf eine Probeladung COULOMB-Gesetz für Punktladungen Flächenladungsdichte	IK nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke. - beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen. PK - werten in diesem Zusammenhang Messreihen aus. - beschreiben das coulombsche Gesetz
A-5 3 DS	Elektrische Spannung und Energie Abhängigkeit der Spannung vom Plattenabstand eines Plattenkondensators, Verschiebungsarbeit Energiebetrachtungen; Vergleich zwischen Gravitationsfeld und elektrischem Feld Äquipotenzialflächen und -linien Flächenladungsdichte, elektrische Feldkonstante	IK beschreiben den Zusammenhang zwischen der Feldstärke in einem Plattenkondensator und der anliegenden Spannung. nennen die Definition der elektrischen Spannung als der pro Ladung übertragbare Energie. beschreiben die elektrische Spannung auch als Potenzialdifferenz.
A-6 2 DS	Kapazität eines Kondensators Bestimmung des Kapazität Bauarten von Kondensatoren Berechnung an Kondensatoren Dielektrika und relative Permittivität Schaltung von Kondensatoren gespeicherte Energie im Kondensator	IK nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators. PK - planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch. - beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen. - berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen. - beschreiben qualitativ den Einfluss eines Dielektrikums auf die Kapazität. PK nennen die Gleichung für die Energie des elektrischen Feldes eines Plattenkondensators.
A-7 3 DS	Auf- und Entladen eines Kondensators exponentielle Entladekurve, Halbwertszeit	IK beschreiben den t - I -bzw. t - U -Zusammenhang beim Aufladevorgang und Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion. PK - führen selbstständig Experimente zum Auf- und Entladevorgang hinsichtlich Stromstärke und Spannung durch. - ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen t-I-bzw. t-U-Zusammenhang. - Überprüfen den Zusammenhang zwischen der Halbwertszeit und dem Produkt aus R und C. - begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten. - ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von t-I-Diagrammen.
A-8 3 DS	Bewegung von Elektronen im homogenen Feld Elektronenkanone, Elektronenablenkrohre MILLIKAN-Versuch: Elementarladung	IK geben die Energiebilanz für einen freien geladenen Körper im elektrischen Feld eines Plattenkondensators an. PK ermitteln die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...	
B: Das magnetische Feld			
B-1 1 DS	Magnetisches Feld magnetische Pole und magnetische Feldlinien, Stabmagnet, Hufeisenmagnet, homogene und inhomogene Felder	IK PK	beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln. • ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.
B-2 2 DS	Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter Faustregeln, Drei-Finger-Regeln, Wirbelfeld, LORENTZ-Kraft (qualitativ) Magnetfeld einer Leiterschleife	IK PK	ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld. • erläutern ein Experiment zur Bestimmung von B mithilfe einer Stromwaage. • führen ein Experiment zur Bestimmung von B durch und werten es aus.
B-3 2 DS	Magnetische Flussdichte LORENTZkraft (quantitativ)	IK PK	nennen die Definition der magnetischen Flussdichte B (Feldstärke B) in Analogie zur elektrischen Feldstärke. • begründen die Definition mithilfe dieser Messdaten.
B-4 3 DS	HALL-Spannung Entstehung der HALL-Spannung Messen der Flussdichte mit einer HALL-Sonde Magnetfeld eines geraden Leiters und einer langen Spule	IK PK	beschreiben ein Experiment zur Messung von B mit einer Hallsonde. erläutern die Entstehung der Hallspannung. • leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her. • führen selbstständig Experimente zur Messung von B mit einer Hallsonde durch. • berechnen die magnetische Flussdichte B (Feldstärke B) im Inneren einer schlanken Spule. • skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.
B-5 3 DS	Bewegung von Elektronen im magnetischen und elektrischen Feld Fadenstrahlrohr Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen WIENfilter Massenspektrograph	IK PK IK PK	beschreiben die Bewegung von freien Elektronen: ☞ unter Einfluss der Lorentzkraft, ☞ unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Quersfeld,☞ im Wienfilter • begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven. • übertragen ihre Kenntnisse auf andere geladenen Teilchen. • leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Quersfeld her. • leiten die zugehörige Gleichung für die Geschwindigkeit her. beschreiben das physikalische Prinzip zur Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen mithilfe des Fadenstrahlrohres. • leiten dazu die Gleichung für die spezifische Ladung des Elektrons her und bestimmen die Elektronenmasse.

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...	
C: Induktion			
C-1 1 DS	Induktionsspannung Erzeugung einer Induktionsspannung im bewegten Leiter Induktion im ruhenden Leiter durch Änderung des magnetischen Felds	IK PK IK	beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ mithilfe des magnetischen Flusses. • führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch. wenden das Induktionsgesetz in differenzieller Form auf vorgegebene lineare und sinusförmige Verläufe von Φ an.
C-2 3 DS	Induktionsgesetz Leiterschleifen im Magnetfeld Wirksame, felddurchsetzte Fläche in Leiterschleifen Windungszahl Induktionsgesetz Flussdichte Änderung der Flussdichte	PK	• begründen den Verlauf von t - U -Diagrammen für lineare und sinusförmige Änderungen von B oder A . • werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus. • stellen technische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.
C-3 1 DS	LENZsches Gesetz Energieerhaltung bei Induktionsvorgängen THOMSONScher Ringversuch Polarität im Induktionsgesetz		
C-4 1 DS	Wirbelströme In Metallen Anwendungen in der Technik		
C-5 1 DS	Wechselspannung Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen und Wechselströme		
C-6 1 DS	Selbstinduktion Selbstinduktion beim Einschalten einer Spule Induktivität einer Spule	IK PK IK PK	beschreiben Spulen als Energiespeicher in Analogie zu Kondensatoren. • erläutern in diesem Zusammenhang die Vorgänge beim Ein- und Ausschalten von Spulen durch Selbstinduktion. nennen die Gleichung für die Energie des magnetischen Feldes einer Spule • definieren die Induktivität als Bauteileigenschaft aus einer Energiebetrachtung.

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...
0 0,25 DS	Sicherheitsunterweisung 2. Halbjahr	kennen die Verhaltensregeln im naturwissenschaftlichen Unterricht.
D: Schwingungen		
D-1 2 DS	Beschreibung von Schwingungen Elongation, Amplitude, Periodendauer und Frequenz Harmonische, ungedämpfte und gedämpfte Schwingungen	IK beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Auslenkung, Amplitude, Periodendauer und Frequenz.
D-2 2 DS	Feder-Masse-Pendel Gleichung für die Periodendauer Lineares Kraftgesetz	IK geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels an. PK - untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell. - ermitteln geeignete Ausgleichskurven. - wenden diese Verfahren auf andere harmonische Oszillatoren an. IK nennen ein lineares Kraftgesetz als Bedingung für die Entstehung einer mechanischen harmonischen Schwingung.
D-3 2 DS	Graphische Darstellung von Schwingungen Zeigerdarstellung und Sinuskurven Schwingungsgleichung Differentialgleichung einer Schwingung Überlagerung von Schwingungen	IK stellen harmonische Schwingungen grafisch dar. PK - verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung. - ermitteln Werte durch Ablesen an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder geeignetes digitales Werkzeug).
D-4 2 DS	Energie harmonischer Oszillatoren Fadenpendel und Energieerhaltung	IK beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen. PK deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen t-s- und t-v-Diagramme auch bei gedämpften Schwingungen im Spezialfall exponentiell abnehmender Amplitude.
D-5 1 DS	Resonanz Gedämpfte Schwingungen Erzwungene Schwingungen und Resonanz Resonanzfall, Resonanzkatastrophe	IK beschreiben die Bedingung, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt. PK erläutern das Phänomen Resonanz anhand eines Experiments.
D-6 3 DS	Elektromagnetischer Schwingkreis Frequenz, Kapazität, Induktivität THOMSONSche Gleichung Analogiebetrachtung: elektrischem Schwingkreis und Feder-Masse-Pendel Angeregte Schwingkreise, gedämpfter Schwingkreis	IK beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises. PK - beschreiben in Analogie zum Feder-Masse-Pendel die Energieumwandlungen in einem Schwingkreis qualitativ. - beschreiben ein Experiment zur Erzeugung einer Resonanzkurve. - ermitteln die Abhängigkeit der Frequenz der Eigenschwingung von der Kapazität experimentell anhand eines Resonanzversuchs. - nennen die thomsonsche Schwingungsgleichung.

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...	
E: Wellen			
E-1 3 DS	Beschreibung von Wellen Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit c , Wellenlänge, Frequenz, Amplitude, Phase Transport von Energie longitudinale und transversale Welle, Reflexion HUYGENS-Prinzip Gleichung der Ausbreitungsgeschwindigkeit: $c = \lambda \cdot f$	IK beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen. beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase. • verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung. geben den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz an. PK • begründen diesen Zusammenhang mithilfe der Zeigerdarstellung oder der Sinusfunktion. • wenden die zugehörige Gleichung an. vergleichen longitudinale und transversale Wellen. beschreiben Reflexion, Brechung und Beugung als Phänomene, die bei der Wellenausbreitung auftreten.	
E-2 1,5 DS	Polarisation Polarisationsfilter	IK beschreiben Polarisierbarkeit als Unterscheidungsmerkmal zwischen transversalen und longitudinalen Wellen. PK untersuchen experimentell die Winkelabhängigkeit der Intensität des durchgehenden Lichts bei einem Paar von Polarisationsfiltern. • interpretieren in diesem Zusammenhang das Quadrat der Zeigerlänge bzw. das Quadrat der Amplitude der zugehörigen Sinuskurve als Intensität.	
E-3 3 DS	Interferenz Überlagerung von Wellen, konstruktive und destruktive Interferenz, Gangunterschied, Phasendifferenz stehende Welle	IK beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“ ☞ Interferenz von Schallwellen ☞ stehende Wellen PK • verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung. IK beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von ☞ Ultraschall bei stehenden Wellen. PK • werten entsprechende Experimente aus. • leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her. • wenden das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten an. deuten die Schwebung als Überlagerung zweier Wellen unterschiedlicher Frequenz an einem Detektor. IK	
E-4 0,5 DS	Interferenz von Wasserwellen am Doppelspalt HUYGENS-Prinzip	IK beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: Doppelspalt.	

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...	
F: Wellenoptik			
F-1 3 DS	Interferenz von Licht Einzelspalt, Doppelspalt, Mehrfachspalt, Gitter konstruktive und destruktive Interferenz Gangunterschied Formeln für Interferenzmaxima und -minima Wellenlänge bestimmen	IK beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: stehende Welle, Doppelspalt, Gitter und Einzelspalt PK • verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung. • erläutern die Veränderung des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter. IK beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von	☞ von Ultraschall bei durch Reflexion entstandenen stehenden Wellen ☞ weißem und monochromatischem Licht mit einem Doppelspalt ☞ weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv / subjektiv) PK • werten entsprechende Experimente aus. • leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt selbstständig und begründet her. • beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile. • wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurbstandes bei einer CD/DVD an.
F-2 4 DS	Experimente zur Bestimmung der Wellenlänge Wellenlänge von LED CD als Reflexionsgitter Interferenzbeobachtung ohne Schirm (subjektive Methode)		
F-3 1 DS	MICHELSON-Interferometer Ermittlung der Wellenlänge Messung kleiner Längen	IK beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende Situation: Michelson-Interferometer. PK • erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen. IK beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von ☞ Mikrowellen mit dem Michelson-Interferometer PK • werten entsprechende Experimente aus. • leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her. • wenden das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten an. • beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile.	
F-4 3 DS	Das elektromagnetische Spektrum sichtbarer und unsichtbarer Bereich Spektrarten RÖNTGENstrahlung und BRAGG-Reflexion BRAGG-Gleichung RÖNTGENspektrum	IK ordnen den Frequenzbereich des sichtbaren Lichts in das Spektrum elektromagnetischer Wellen ein. beschreiben und deuten Interferenz bei der BRAGG-Reflexion PK erläutern ein Verfahren zur Aufnahme eines Röntgenspektrums • werten entsprechende Experimente aus. • leiten die BRAGG-Gleichung selbstständig und begründet her. • beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile.	

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...
0 0,25 DS	Sicherheitsunterweisung 1. Halbjahr	• kennen die Verhaltensregeln im naturwissenschaftlichen Unterricht.
G: Quantenobjekte		
G-1 4 DS	Elektronenbeugung Teilchen-Welle-Dualismus DE-BROGLIE-Gleichung Impuls eines Elektrons Doppelspaltversuch mit Elektronen Superpositionsprinzip Doppelspaltexperimente (Interferenz einzelner Quantenobjekte)	IK beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre. PK • deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern. IK ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mithilfe der de-Broglie-Gleichung. nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses. PK • bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit. IK beschreiben ein Doppelspaltexperiment zur Interferenz von Quantenobjekten mit Ruhemasse (z. B. kalte Neutronen, Fullereine). PK • deuten das Interferenzmuster stochastisch. • verwenden zur Deutung der Interferenzmuster die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung. • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt und dem Quadrat der resultierenden Zeigerlänge bzw. der Amplitude der resultierenden Sinuskurve.
G-2 4 DS	Photoeffekt (HALLWACHS-Effekt) Photonenmodell des Lichts Bestimmung der Energie der Photoelektronen mit der Vakuum-Photozelle Energiebilanz, Grenzfrequenz, Austrittsarbeit experimentelle h -Bestimmung RÖNTGENBREMSSTRAHLUNG als Energieübertragung	IK beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotozelle. PK • wenden ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation an. • deuten das zugehörige f - E -Diagramm. IK erläutern die experimentelle Bestimmung der planckschen Konstante h mit LEDs in ihrer Funktion als Energiewandler. PK • deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells. • überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz. IK erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen. PK • ermitteln aus Röntgenbremsspektren einen Wert für die plancksche Konstante h .
G-3 4 DS	Grundprinzipien der Quantenphysik Interferenz im MACH-ZEHNDER-Interferometer Ortseigenschaft von Quantenobjekten (Wahrscheinlichkeitsprinzip) HEISENBERGSche Unbestimmtheitsrelation Der Messprozess in der Quantenphysik (Komplementarität)	IK übertragen die stochastische Deutung von Interferenzmustern auf Doppelspaltexperimente mit einzelnen Photonen und Elektronen. PK • beschreiben die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität. • erläutern die Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen. IK beschreiben den Aufbau eines MACH-ZEHNDER-Interferometers. IK interpretieren ein Experiment mit dem MACH-ZEHNDER-Interferometer mit einzelnen Quantenobjekten unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität. PK • erläutern die Begriffe Komplementarität und Nichtlokalität mithilfe der Beobachtungen am MACH-ZEHNDER-Interferometer mit einzelnen Quantenobjekten. IK beschreiben ein Experiment mit dem MACH-ZEHNDER-Interferometer analog zu einem delayed-choice-Experiment. PK • erläutern an diesem Beispiel die Begriffe Nichtlokalität und Kausalität. • wenden ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z. B. kalte Neutronen) an. IK erläutern die Begriffe Zustand, Präparation und Superposition am Beispiel eines Experimentes mit polarisiertem Licht. PK • erläutern eine Anwendung der Quantenphysik. IK erläutern Unbestimmtheit in der Form: die Streuungen der Werte zweier komplementärer Größen können nicht beide beliebig klein sein. • veranschaulichen das Konzept der Unbestimmtheit an einem Beispiel. PK • vergleichen das Erlernete mit der Lehrbuch-Notierung der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...	
H: Atomhülle			
H-1 2 DS	Atommodelle und Linienspektren Atommodelle von DEMOKRIT bis BOHR Spektrallinien des Wasserstoffs Energieniveauschema BALMER-Formel	IK PK IK PK	erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata. • benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. • berechnen die Energieniveaus von Wasserstoff und von wasserstoffähnlichen Atomen mit der BALMERformel. erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht. • erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. • beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht.
H-2 3 DS	FRANCK-HERTZ-Versuch diskrete Energieniveaus Quantelung der Energie	IK PK	beschreiben einen FRANCK-HERTZ-Versuch. • stellen einen Zusammenhang zwischen den Leuchterscheinungen in einer mit Neon gefüllten FRANCK-HERTZ-Röhre und der FRANCK-HERTZ-Kennlinie dar. • ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer FRANCK-HERTZ-Kennlinie. • erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. • nennen Unterschiede zwischen einer Anregung mit Photonen und einer Anregung mit Elektronen.
H-3 3 DS	Linearer Potenzialtopf Orbitalmodell (SCHROEDINGER 1926), Aufenthaltswahrscheinlichkeit für ein Elektron Energie eines Elektrons Nullpunktsenergie Farbstoffmoleküle	IK PK IK PK IK PK IK PK IK PK	erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle. • wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an. nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell. PK • leiten die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell her. • beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells auch unter Berücksichtigung der Unbestimmtheitsrelation. IK beschreiben die Orbitale des Wasserstoffatoms bis $n = 2$. PK • stellen einen Zusammenhang zwischen Orbitalen und Nachweiswahrscheinlichkeiten für Elektronen anschaulich her. beschreiben die „Orbitale“ bis $n = 2$ in einem dreidimensionalen Potenzialtopf IK • erläutern Gemeinsamkeiten zwischen den Orbitalen des Wasserstoffatoms und denen des dreidimensionalen Potenzialtopfs. PK nennen das PAULI-Prinzip. IK • bestimmen die maximale Anzahl der Elektronen im dreidimensionalen Potenzialtopf bis $n = 2$ PK
H-4 4 DS	Absorption, Emission, Resonanzabsorption Fluoreszenz, Resonanzfluoreszenz (Phosphoreszenz) RÖNTGENstrahlung Röntgenspektren, Bremsstrahlung, charakteristische Strahlung, Gesetz von MOSELEY	IK PK IK PK	erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht. erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption. beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema. PK • erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED. IK erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Röntgenstrahlung. PK • erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle • benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. • erklären ein charakteristisches Röntgenspektrum auf der Grundlage dieser Kenntnisse.

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) und Prozessbezogene Kompetenzen (PK) Die Schülerinnen und Schüler ...
0 0,25 DS	Sicherheitsunterweisung 2. Halbjahr	kennen die Verhaltensregeln im naturwissenschaftlichen Unterricht.
I: Atomkern		
I-1 4 DS	Radioaktive Strahlung und deren Eigenschaften Aufbau eines Atomkerns Massenzahl, Ordnungszahl, Kernladungszahl, Neutronenanzahl, Nuklid, Isotop, Notation, Halbwertszeit, Nullrate, ionisierende Wirkung α -, β - und γ -Strahlung, GEIGER-MÜLLER-Zählrohr, Nebelkammer, Halbleiterdetektor Zerfallsreihen Energiespektren BRAGG-Kurve	IK stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf. PK - beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung. - ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart. IK erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten. erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung. interpretieren ein α - und β -Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe. PK - beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm). - wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an. - erläutern die Bedeutung der Bragg-Kurve in der Strahlentherapie.
I-2 5 DS	Zerfallsgesetz Radionuklide in der Medizin Absorption von γ -Strahlung Mutter-Tochter-Zerfall	IK erläutern das Zerfallsgesetz. PK - stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus. - übertragen dieses Vorgehen auf andere Abklingvorgänge. - beurteilen Gültigkeitsgrenzen der mathematischen Beschreibung aufgrund der stochastischen Natur der Strahlung. - modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems. - wenden dieses Verfahren auf einen Mutter-Tochter-Zerfall an.
I-3 2 DS	Linearer Potenzialtopf Energie eines Protons oder Neutrons α - und β -Zerfall sowie γ -Strahlung im Potenzialtopfmodell	IK beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf. PK schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.