

Erstes Halbjahr (12/1): Themenbereich Elektrizität

Zweites Halbjahr (12/2): Themenbereich Schwingungen und Wellen

Drittes Halbjahr (13/1): Themenbereiche Quantenobjekte und Atomhülle

Viertes Halbjahr (13/2): Themenbereich Atomkern

Themenbereich: Elektrizität

Inhaltsbezogene Kompetenzen, Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Lernenden ...	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper. 	<ul style="list-style-type: none"> • skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung und das eines Dipols. • beschreiben die Funktionsweise eines faradayschen Käfigs als Resultat des Superpositionsprinzips
<ul style="list-style-type: none"> • nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke. • beschreiben das coulombsche Gesetz 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen. • werten in diesem Zusammenhang Messreihen aus.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke. • nennen die Definition der elektrischen Spannung als der pro Ladung übertragbaren Energie. 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die elektrische Spannung auch als Potentialdifferenz
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Feldstärke in einem Plattenkondensator und der anliegenden Spannung. • geben die Energiebilanz für einen freien geladenen Körper im elektrischen Feld eines Plattenkondensators an. 	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den t-I-Zusammenhang und die t-U-Zusammenhänge beim Aufladevorgang und beim Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion. 	<ul style="list-style-type: none"> • führen selbstständig Experimente zum Auf- und Entladevorgang durch. • ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen t-I- bzw. t-U-Zusammenhang. • überprüfen den Zusammenhang zwischen der Halbwertzeit 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.
<ul style="list-style-type: none"> • nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators. • nennen die Gleichung für die Energie des elektrischen Feldes eines Plattenkondensators. 	<ul style="list-style-type: none"> • planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch. • beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen. • berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen. • beschreiben qualitativ den Einfluss eines Dielektrikums auf die Kapazität.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln. • ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld. • nennen die Definition der magnetischen Flussdichte B (Feldstärke B) in Analogie zur elektrischen Feldstärke. 	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln. • erläutern ein Experiment zur Bestimmung von B mithilfe einer Stromwaage. • berechnen die magnetische Flussdichte B (Feldstärke B) im Inneren einer schlanken Spule. • begründen die Definition mithilfe dieser Messdaten.

Inhaltsbezogene Kompetenzen, Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Lernenden ...	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Bewegung von freien Elektronen: <ul style="list-style-type: none"> ○ unter Einfluss der Lorentzkraft, ○ unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Querfeld, ○ im Wien-Filter. 	<ul style="list-style-type: none"> • begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven. • übertragen ihre Kenntnisse auf andere geladene Teilchen. • leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Querfeld her. • leiten die zugehörige Gleichung für die Geschwindigkeit her.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben das physikalische Prinzip zur Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen mithilfe des Fadenstrahlrohres. 	<ul style="list-style-type: none"> • leiten dazu die Gleichung für die spezifische Ladung des Elektrons her und bestimmen die Elektronenmasse.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben ein Experiment zur Messung von B mit einer Hallsonde • erläutern die Entstehung der Hallspannung. 	<ul style="list-style-type: none"> • führen selbstständig Experimente zur Messung von B mit einer Hallsonde durch. • leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her. • skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ mithilfe des magnetischen Flusses. 	<ul style="list-style-type: none"> • führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.
<ul style="list-style-type: none"> • wenden das Induktionsgesetz in differentieller Form auf vorgegebene lineare und sinusförmige Verläufe von Φ an. 	<ul style="list-style-type: none"> • begründen den Verlauf von t-U-Diagrammen für lineare und sinusförmige Änderungen von Φ. • werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus. • stellen technische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Spulen als Energiespeicher in Analogie zu Kondensatoren. • nennen die Gleichung für die Energie des magnetischen Feldes einer Spule. 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern in diesem Zusammenhang die Vorgänge beim Ein- und Ausschalten von Spulen durch Selbstinduktion. • definieren die Induktivität als Bauteileigenschaft aus einer Energiebetrachtung.

Themenbereich: Schwingungen und Wellen

Inhaltsbezogene Kompetenzen, Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Lernenden ...	
<ul style="list-style-type: none"> stellen harmonische Schwingungen grafisch dar. beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Amplitude, Periodendauer und Frequenz. 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung. ermitteln Werte durch Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder geeignetes digitales Werkzeug)
<ul style="list-style-type: none"> geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels an. nennen ein lineares Kraftgesetz als Bedingung für die Entstehung einer mechanischen harmonischen Schwingung. 	<ul style="list-style-type: none"> untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell. ermitteln geeignete Ausgleichskurven. wenden diese Verfahren auf das Fadenpendel an.
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen. beschreiben die Bedingung, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt. 	<ul style="list-style-type: none"> deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen t-s- und t-v-Diagramme auch bei gedämpften Schwingungen im Spezialfall exponentiell abnehmender Amplitude. erläutern den Begriff <i>Resonanz</i> anhand eines Experiments.
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises. 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben in Analogie zum Feder-Masse-Pendel die Energieumwandlungen in einem Schwingkreis qualitativ. beschreiben ein Experiment zur Erzeugung einer Resonanzkurve. ermitteln die Abhängigkeit der Frequenz der Eigenschwingung von der Kapazität experimentell anhand eines Resonanzversuchs. nennen die thomsonsche Schwingungsgleichung.
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen. beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase. geben den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz an. beschreiben Reflexion, Brechung und Beugung als Phänomene, die bei der Wellenausbreitung auftreten. 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung. wenden die zugehörige Gleichung an. begründen diesen Zusammenhang mithilfe der Zeigerdarstellung oder der Sinusfunktion.
<ul style="list-style-type: none"> vergleichen longitudinale und transversale Wellen. beschreiben Polarisierbarkeit als Unterscheidungsmerkmal zwischen transversalen und longitudinalen Wellen. 	<ul style="list-style-type: none"> untersuchen experimentell die Winkelabhängigkeit der Intensität des durchgehenden Lichts bei einem Paar von Polarisationsfiltern. interpretieren in diesem Zusammenhang das Quadrat der Zeigerlänge bzw. das Quadrat der Amplitude der zugehörigen Sinuskurve als Intensität.
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende Situationen“: <ul style="list-style-type: none"> stehende Welle, Michelson-Interferometer, Doppelspalt und Gitter, Einzelspalt, bei der Bragg-Reflexion. 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung. erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen. erläutern die Veränderungen des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter.

Inhaltsbezogene Kompetenzen, Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Lernenden ...	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von <ul style="list-style-type: none"> ○ Ultraschall bei durch Reflexion entstandenen stehenden Wellen, ○ weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv / subjektiv), ○ mit dem Michelson-Interferometer, ○ Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion. 	<ul style="list-style-type: none"> • werten entsprechende Experimente aus. • beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile. • leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her. • ordnen den Frequenzbereich des sichtbaren Lichts in das Spektrum elektromagnetischer Wellen ein. • wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurabstandes bei einer CD/DVD an. • erläutern ein Verfahren zur Aufnahme eines Röntgenspektrums. • leiten die Bragg-Gleichung selbstständig und begründet her.

Themenbereich: Quantenobjekte

Inhaltsbezogene Kompetenzen, Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Lernenden ...	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben ein Doppelspaltexperiment zur Interferenz von Quantenobjekten mit Ruhemasse (z. B. kalte Neutronen, Fullerene). • ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung. • nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses. • beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit. • deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern.
<ul style="list-style-type: none"> • übertragen die stochastische Deutung von Interferenzmustern auf Doppelspaltexperimente mit einzelnen Photonen und Elektronen. 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und deuten die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität. • erläutern die Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers. • interpretieren ein Experiment mit dem Mach-Zehnder-Interferometer mit einzelnen Quantenobjekten unter den Gesichtspunkten Komplementarität und Nichtlokalität. • beschreiben ein Experiment mit dem Mach-Zehnder-Interferometer analog zu einem delayed-choice-Experiment. • erläutern die Begriffe Zustand, Präparation und Superposition am Beispiel eines Experimentes mit polarisiertem Licht. 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Begriffe <i>Komplementarität</i> und <i>Nichtlokalität</i> mithilfe der Beobachtungen am Mach-Zehnder-Interferometer mit einzelnen Quantenobjekten. • erläutern an diesem Beispiel die Begriffe Nichtlokalität und Kausalität. • erläutern eine Anwendung der Quantenphysik
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Unbestimmtheit in der Form: die Streuungen der Werte zweier komplementärer Größen können nicht beide beliebig klein sein. 	<ul style="list-style-type: none"> • veranschaulichen das Konzept der Unbestimmtheit an einem Beispiel. • vergleichen das Erlernete mit der Lehrbuch-Notierung der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die experimentelle Bestimmung der planckschen Konstante h mit LEDs in ihrer Funktion als Energiewandler. 	<ul style="list-style-type: none"> • deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells. • überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotозelle. • erläutern die Entstehung des Röntgenbremspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen. 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation an. • deuten das zugehörige f-E-Diagramm. • ermitteln aus Röntgenbremspektren einen Wert für die plancksche Konstante h.

Themenbereich: Atomhülle

Inhaltsbezogene Kompetenzen, Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Lernenden ...	
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle. • nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell. 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an. • 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.
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht und Röntgenstrahlung. • erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption. • beschreiben einen Franck-Hertz-Versuch. 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. • beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht. • 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. • nennen Unterschiede zwischen einer Anregung mit Photonen und einer Anregung mit Elektronen.
<ul style="list-style-type: none"> • erklären den Zusammenhang zwischen Spektrellinien und Energieniveauschemata. • beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema. 	<ul style="list-style-type: none"> • benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrellinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. • erklären ein charakteristisches Röntgenspektrum auf der Grundlage dieser Kenntnisse. • berechnen die Energieniveaus von Wasserstoff und von wasserstoffähnlichen Atomen mit der Balmerformel. • erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Orbitale des Wasserstoffatoms bis $n = 2$. • beschreiben die „Orbitale“ bis $n = 2$ in einem dreidimensionalen Potenzialtopf. • nennen das Pauliprinzip. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen einen Zusammenhang zwischen Orbitalen und Nachweiswahrscheinlichkeiten für Elektronen anschaulich her. • erläutern Gemeinsamkeiten zwischen den Orbitalen des Wasserstoffatoms und denen des dreidimensionalen Potenzialtopfs. • bestimmen die maximale Anzahl der Elektronen im dreidimensionalen Potenzialtopf bis $n = 2$.

Themenbereich: Atomkern

Inhaltsbezogene Kompetenzen, Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Lernenden ...	
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten. • erläutern das Zerfallsgesetz. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion 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.
<ul style="list-style-type: none"> • stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf. 	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart. • beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung.
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung. • interpretieren ein α-Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe. 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm). • wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an. • erläutern die Bedeutung der Bragg-Kurve in der Strahlentherapie.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf. 	<ul style="list-style-type: none"> • schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.