

Erhöhtes Anforderungsniveau

Elektrizität

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Schülerinnen und Schüler...	
<input type="checkbox"/> beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper.	<input type="checkbox"/> skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung <input type="checkbox"/> beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung
<input type="checkbox"/> nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke. <input type="checkbox"/> beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen.	<input type="checkbox"/> werten in diesem Zusammenhang Messreihen aus.
<input type="checkbox"/> beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke. <input type="checkbox"/> nennen die Definition der elektrischen Spannung als der pro Ladung übertragbaren Energie.	
<input type="checkbox"/> beschreiben den Zusammenhang zwischen der Feldstärke in einem Plattenkondensator und der anliegenden Spannung. <input type="checkbox"/> geben die Energiebilanz für einen freien geladenen Körper im elektrischen Feld eines Plattenkondensators an.	<input type="checkbox"/> ermitteln die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.
<input type="checkbox"/> beschreiben den Entladevorgang eines	<input type="checkbox"/> führen selbstständig Experimente zum Entladevorgang durch.

<p>Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ermitteln aus den Messdaten die Parameter R bzw. C des zugehörigen t-I-Zusammenhangs und stellen diesen mit der Exponentialfunktion zur Basis e dar. <input type="checkbox"/> begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten. <input type="checkbox"/> ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von t-I-Diagrammen.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch. <input type="checkbox"/> beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen. <input type="checkbox"/> berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln. <input type="checkbox"/> ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld. <input type="checkbox"/> berechnen die magnetische Flussdichte B (Feldstärke B) im Inneren einer mit Luft gefüllten, schlanken Spule. <input type="checkbox"/> nennen die Definition der magnetischen Flussdichte B (Feldstärke B) in Analogie zur elektrischen Feldstärke. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> planen mit vorgegebenen Komponenten ein Experiment zur Bestimmung von B auf der Grundlage einer Kraftmessung. <input type="checkbox"/> führen ein Experiment zur Bestimmung von B durch und werten es aus. <input type="checkbox"/> begründen die Definition mithilfe dieser Messdaten.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben die Bewegung von freien Elektronen: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> unter Einfluss der Lorentzkraft, <input type="checkbox"/> unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Querfeld, <input type="checkbox"/> im Wien-Filter. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven. <input type="checkbox"/> leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Querfeld her.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben das physikalische Prinzip zur Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen mithilfe des Fadenstrahlrohres. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> leiten dazu die Gleichung für die spezifische Ladung des Elektrons her und bestimmen die Elektronenmasse.

<input type="checkbox"/> erläutern die Entstehung der Hallspannung.	<input type="checkbox"/> leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her. <input type="checkbox"/> führen selbstständig Experimente zur Messung von B mit einer Hallsonde durch. <input type="checkbox"/> skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.
<input type="checkbox"/> beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ.	<input type="checkbox"/> führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.
<input type="checkbox"/> wenden das Induktionsgesetz in differentieller Form auf vorgegebene lineare und sinusförmige Verläufe von Φ an.	<input type="checkbox"/> begründen den Verlauf von t - U -Diagrammen für lineare und sinusförmige Änderungen von B oder A . <input type="checkbox"/> werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus. <input type="checkbox"/> stellen technische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.

Schwingungen und Wellen

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Schülerinnen und Schüler...	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> stellen harmonische Schwingungen grafisch dar. <input type="checkbox"/> beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Amplitude, Periodendauer und Frequenz 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung. <input type="checkbox"/> haben Erfahrungen im Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop und Interface).
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels und das lineare Kraftgesetz an. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell. <input type="checkbox"/> ermitteln geeignete Ausgleichskurven. <input type="checkbox"/> wenden diese Verfahren auf andere harmonische Oszillatoren an.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen. <input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben die Bedingung, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen t-s- und t-v-Diagramme. <input type="checkbox"/> erläutern den Begriff Resonanz anhand eines Experiments.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben in Analogie zum Feder-Masse-Pendel die Energieumwandlungen in einem Schwingkreis qualitativ. <input type="checkbox"/> beschreiben ein Experiment zur Erzeugung einer Resonanzkurve. <input type="checkbox"/> ermitteln die Abhängigkeit der Frequenz der Eigenschwingung von der Kapazität experimentell anhand eines Resonanzversuchs. <input type="checkbox"/> beschreiben die Funktion eines RFID-Chips als technische Anwendung von Schwingkreisen.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen. <input type="checkbox"/> beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung. <input type="checkbox"/> begründen diesen Zusammenhang mithilfe der Zeigerdarstellung oder der Sinusfunktion.

<input type="checkbox"/> geben den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz an.	<input type="checkbox"/> wenden die zugehörige Gleichung an.
<input type="checkbox"/> vergleichen longitudinale und transversale Wellen. <input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben Polarisierbarkeit als Eigenschaft transversaler Wellen.	<input type="checkbox"/> untersuchen experimentell die Winkelabhängigkeit der Intensität des durchgehenden Lichts bei einem Paar von Polarisationsfiltern. <input type="checkbox"/> interpretieren in diesem Zusammenhang das Quadrat der Zeigerlänge bzw. das Quadrat der Amplitude der zugehörigen Sinuskurve als Intensität. <input type="checkbox"/> stellen Bezüge zwischen dieser Kenntnis und Beobachtungen an einem LC-Display dar.
<input type="checkbox"/> beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: <ul style="list-style-type: none"> ○ nur eA: stehende Welle, ○ Michelson-Interferometer, ○ Doppelspalt. <input type="checkbox"/> nur eA: deuten die Schwebung als Überlagerung zweier Wellen unterschiedlicher Frequenz an einem Detektor. <input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben und deuten Interferenz bei der Bragg-Reflexion.	<input type="checkbox"/> verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung. <input type="checkbox"/> erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen. <input type="checkbox"/> erläutern die Veränderung des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter.
<input type="checkbox"/> nur eA: erläutern ein Experiment zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Luft.	<input type="checkbox"/> wenden ihre Kenntnisse über Interferenz auf die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in einem Medium an.
<input type="checkbox"/> beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von <ul style="list-style-type: none"> ○ nur eA: Ultraschall bei stehenden Wellen ○ Schall mit zwei Sendern, ○ Mikrowellen mit dem Michelson-Interferometer, 	<input type="checkbox"/> werten entsprechende Experimente aus. <input type="checkbox"/> leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her. <input type="checkbox"/> wenden das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten an. <input type="checkbox"/> beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile. <input type="checkbox"/> wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spur-abstandes bei einer CD/DVD an.

<ul style="list-style-type: none">○ weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv / nur eA: subjektiv), ○ nur eA: Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion.	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> erläutern ein Verfahren zur Strukturuntersuchung als technische Anwendung der Bragg-Reflexion.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Quantenobjekte

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Schülerinnen und Schüler...	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre. <input type="checkbox"/> ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung. <input type="checkbox"/> nur eA: nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern oder mithilfe der Braggreflexion. <input type="checkbox"/> bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> deuten die jeweiligen Interferenzmuster bei Doppelspaltexperimenten für einzelne Photonen bzw. Elektronen stochastisch. <input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben die wesentliche Aussage der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität. <input type="checkbox"/> verwenden zur Deutung der Interferenzmuster die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung. <input type="checkbox"/> beschreiben den Zusammenhang zwischen der Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt und dem Quadrat der resultierenden Zeigerlänge bzw. der Amplitude der resultierenden Sinuskurve. <input type="checkbox"/> wenden ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z. B. kalte Neutronen) an. <input type="checkbox"/> erläutern an einem Mehrfachspaltexperiment die Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers. <input type="checkbox"/> nur eA: interpretieren ein „Welcher-Weg“-Experiment unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erläutern die Begriffe Komplementarität und Nicht-lokalität mithilfe der Beobachtungen in einem „Welcher-Weg“-Experiment.

<input type="checkbox"/> erläutern die experimentelle Bestimmung der planckschen Konstante h mit LEDs in ihrer Funktion als Energiewandler.	<input type="checkbox"/> deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells. <input type="checkbox"/> überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.
<input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotozelle. <input type="checkbox"/> nur eA: erläutern die Entstehung des Röntgenbremspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen.	<input type="checkbox"/> wenden ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation an. <input type="checkbox"/> deuten das zugehörige f - E -Diagramm. <input type="checkbox"/> ermitteln aus Röntgenbremspektren einen Wert für die plancksche Konstante h .

Atomhülle

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Schülerinnen und Schüler...	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle. <input type="checkbox"/> nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an. <input type="checkbox"/> leiten die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell her. <input type="checkbox"/> beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht ... nur eA: ... und Röntgenstrahlung. <input type="checkbox"/> erläutern einen Franck-Hertz-Versuch. <input type="checkbox"/> erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. <input type="checkbox"/> beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht. <input type="checkbox"/> ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata. <input type="checkbox"/> beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. <input type="checkbox"/> erklären ein charakteristisches Röntgenspektrum auf der Grundlage dieser Kenntnisse. <input type="checkbox"/> wenden die Balmerformel an. <input type="checkbox"/> erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> nur eA: erläutern die Grundlagen der Funktionsweise eines He-Ne-Lasers. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> stellen diese unter Verwendung vorgegebener Darstellungen strukturiert und angemessen dar. <input type="checkbox"/> beschreiben eine technische Anwendung, die auf der Nutzung eines Lasersystems beruht.

Atomkern

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Die Schülerinnen und Schüler...	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten. <input type="checkbox"/> erläutern das Zerfallsgesetz. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus. <input type="checkbox"/> übertragen dieses Vorgehen auf andere Abklingvorgänge. <input type="checkbox"/> beurteilen Gültigkeitsgrenzen der mathematischen Beschreibung aufgrund der stochastischen Natur der Strahlung. <input type="checkbox"/> erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung. <input type="checkbox"/> modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems. <input type="checkbox"/> wenden dieses Verfahren auf einen Mutter-Tochter-Zerfall an.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart. <input type="checkbox"/> beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung. <input type="checkbox"/> interpretieren ein α-Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm). <input type="checkbox"/> wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an. <input type="checkbox"/> erläutern die Bedeutung der Bragg-Kurve in der Strahlentherapie.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> nur eA: beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.