

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen	Unterrichtliche Umsetzung	
Fachwissen <i>Zusatz für erhöhtes Anforderungsniveau</i>	grundlegendes Anforderungsniveau <i>Zusatz für erhöhtes Anforderungsniveau</i>	Thema	Begriffe, Formeln
Die Schülerinnen und Schüler ...			
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre und deuten die Beobachtungen als Interferenzerscheinung. beschreiben ein Experiment zum äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotозelle. erläutern die experimentelle Bestimmung des planckschen Wirkungsquantums mit LEDs. bestimmen die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung. erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen 	<ul style="list-style-type: none"> übertragen Kenntnisse über Interferenz auf verwandte Situationen. deuten diesen Effekt mithilfe des Photonenmodells. übertragen ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation. <i>bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</i> <i>bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit</i> <i>nutzen das Röntgenbremsspektrum zur h - Bestimmung.</i> 	<p>1. Äußerer lichtelektrischer Effekt</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hallwachs-Experiment ➤ Photozelle ➤ Schülerexperiment mit LEDs zur h-Bestimmung <p>2. Elektronenbeugung mit dem Debye-Scherrer-Verfahren</p> <p>3. h-Bestimmung mittels Röntgenbremsspektrum</p>	<p>Einsteinsche Deutung und Photonenmodell h-Bestimmung mit Quecksilberdampf Lampe und Photozelle gemäß Metzler-Physik.</p> <p>$E=h \cdot f$</p> <p>deBroglie-Wellenlänge: $\lambda = \frac{h}{p}$</p> <p>Experiment zur Elektronenbeugung mit der Beugungsröhre.</p> <p>Hinweis: Einsatz der Röntgenröhre fällt unter die Strahlenschutzbestimmungen! Keine unmittelbare Schülerbeteiligung!!</p> <p>Grenzwellenlänge λ_{\min}, Grenzfrequenz f_{\max}</p>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen	Unterrichtliche Umsetzung	
Fachwissen <i>Zusatz für erhöhtes Anforderungsniveau</i>	grundlegendes Anforderungsniveau <i>Zusatz für erhöhtes Anforderungsniveau</i>	Thema	Begriffe, Formeln
Die Schülerinnen und Schüler ...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Interferenz bei einzelnen Photonen. 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden dazu die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung. 	4. Das Taylor-Experiment	
<ul style="list-style-type: none"> interpretieren die jeweiligen Interferenzmuster stochastisch. beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers. interpretieren ein „Welcher-Weg“-Experiment unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität. 	<ul style="list-style-type: none"> deuten die Erscheinungen in den bekannten Interferenzexperimenten durch Argumentation mit einzelnen Photonen bzw. mit Elektronen. erläutern, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt durch das Quadrat der resultierenden Zeigerlänge oder eine andere geeignete Berechnung bestimmt wird. übertragen ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z. B. kalte Neutronen). erläutern den Begriff Komplementarität mithilfe der Beobachtungen in einem „Welcher-Weg“-Experiment. 	5. Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdichte <ul style="list-style-type: none"> Interferenz von Materiewellen am Doppelspalt Weginformationen von Quantenobjekten 	Material: <ul style="list-style-type: none"> Video „Dr. Quantum“ (CD-Beilage zu: Physik-Oberstufe, Cornelsen) DVD von Klett: Quantendimensionen CD von M. Rode: Verschränkte Photonen Hinweis: Die Begriffe Komplementarität und Lokalisationsenergie sind keine Fachbegriffe im engeren Sinne. Sie wurden von den Autoren von ImulsePhysik, Quantenphysik, Klett erschaffen: ISBN 3-12-772861-1 <ul style="list-style-type: none"> Dorn/Bader, Physik 11/12, S. 204

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen	Unterrichtliche Umsetzung	
Fachwissen <i>Zusatz für erhöhtes Anforderungsniveau</i>	grundlegendes Anforderungsniveau <i>Zusatz für erhöhtes Anforderungsniveau</i>	Thema	Begriffe, Formeln
Die Schülerinnen und Schüler ...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle. 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf. diskutieren die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells. 	6. Lineares Potenzialtopfmodell	Als Anwendung kann die Länge organischer Farbstoffmoleküle bestimmt werden.
<ul style="list-style-type: none"> erläutern einen Franck-Hertz-Versuch. <i>erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> bestimmen eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie. 	7. Franck-Hertz-Experiment mit Hg- oder Ne-Röhre	

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen	Unterrichtliche Umsetzung	
Fachwissen <i>Zusatz für erhöhtes Anforderungsniveau</i>	grundlegendes Anforderungsniveau <i>Zusatz für erhöhtes Anforderungsniveau</i>	Thema	Begriffe, Formeln
Die Schülerinnen und Schüler ...			
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die „Orbitale“ bis $n = 2$ in einem dreidimensionalen Kastenpotenzial. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen einen Zusammenhang zwischen dreidimensionalen Orbitalen und eindimensionalen Wahrscheinlichkeitsverteilungen anschaulich her. 	8. Erweitertes Orbitalmodell und dreidimensionaler Potenzialtopf	NUN-Materialien (CD von M. Rode: Schwingungen, Wellen, Quanten, Atome) Sehr gut: http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/quantenmech-atommodell

<ul style="list-style-type: none"> erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht ... <p>... und Röntgenstrahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata. 	<ul style="list-style-type: none"> erklären diese Experimente durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. <i>ziehen diese Kenntnisse zur Erklärung eines charakteristischen Röntgenspektrums heran.</i> <i>führen Berechnungen dazu aus.</i> <i>wenden die Balmerformel an.</i> erläutern und bewerten die Bedeutung von Leuchtstoffen an den Beispielen Energiesparlampe und „weiße“ LED. 	<p>9. Experimente mit Gasentladungsröhren</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Energieniveauschemata für Licht und Röntgenstrahlung ➤ Aus historischen Gründen sollte auch das Bohrsche Atommodell unterrichtet werden. Auf die begrenzte Gültigkeit muss deutlich hingewiesen werden. ➤ Messungen mit dem Spektralanalysator 	<p>Wesentliche Inhalte finden sich hier: http://www.leifiphysik.de/teilgebiete/quantenphysik</p>
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Grundlagen der Funktionsweise eines He-Ne-Lasers 	<ul style="list-style-type: none"> stellen diese unter Verwendung vorgegebener Darstellungen strukturiert und angemessen dar. beschreiben eine technische Anwendung, die auf der Nutzung eines Lasersystems beruht. 	<p>10. Stimulierte Emission</p>	<p>Der vorhandene He-Ne-Laser kann zu Demonstrationszwecken vorsichtig aufgeschraubt werden. Die sichtbare Resonanzstrecke mit Entkopplungsspiegel etc. ist dann gut sichtbar und entspricht der Abbildung in Metzler Physik.</p>