

Kontext: *Erforschung des Lichts*

Leitfrage: Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Die Erforschung des Lichts als Grundlage zur Beschreibung mittels Modellvorstellungen (Teilchen- und Wellenmodell)

Kompetenzschwerpunkte: E2, E5, K3 / siehe auch:

http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/KLP_GOSt_Physik.pdf

Die Behandlung der fett ausgewiesenen Experimente ist obligatorisch.

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktische und Methodische Hinweise
Beugung und Interferenz, Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung	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)	<ul style="list-style-type: none">• Ausgangspunkt: Beugung von Licht an Doppelspalt und Gitter im Experiment• Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne im Experiment oder in einer Simulation• quantitative Experimente: Bestimmung der Wellenlängen von Licht mit Doppelspalt und Gitter
Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit	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)	<ul style="list-style-type: none">• Ausgangspunkt: Hallwachs-Experiment als Widerspruch zum Wellencharakter• experimentelle Untersuchung der Energiequantelung des Lichts mittels Vakuumphotozelle (alternativ: Simulation)• Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums sowie der Austrittsarbeit• Hinweis: Formel für die max. kinetische Energie der Photoelektronen wird zunächst vorgegeben.• Der Zusammenhang zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit wird ebenfalls vorgegeben und nur plausibel gemacht. Er muss an dieser Stelle nicht grundlegend hergeleitet werden

Kontext: *Erforschung des Elektrons*

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltlicher Schwerpunkt: Teilchenaspekt des Elektrons

Kompetenzschwerpunkte: UF1, UF3, E5, E6 / siehe auch:

http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/KLP_GOSt_Physik.pdf

Die Behandlung der fett ausgewiesenen Experimente ist obligatorisch.

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktische und Methodische Hinweise
Elementarladung	erläutern anhand einer vereinfachten Version des <i>Millikan-Versuchs</i> die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5), untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).	Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld besprechen, Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung (schwebender Wattausch) Experiment: Millikan-Versuch (Realexperiment oder Simulation) Erklärung mit Hilfe der Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung) Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktische und Methodische Hinweise
Elektronenmasse	<p>beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1),</p> <p>bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2),</p> <p>modellieren Vorgänge im <i>Fadenstrahlrohr</i> (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),</p>	<p>Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft:</p> <p>Experiment zur e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft)</p> <p>Einführung des Begriffs des magnetischen Feldes (in Analogie zu den beiden anderen Feldern durch Kraft auf Probekörper, in diesem Fall bewegte Ladung oder stromdurchflossener Leiter) und des Zusammenhangs zwischen magnetischer Kraft, Leiterlänge und Stromstärke.</p> <p>Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde (als Messgerät/Teslameter)</p> <p>Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone.</p> <p>Optional: Stromwaage (bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit) Verknüpfung zum Leiter-schauexperiment möglich</p>
Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge	<p>erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim <i>Elektronenbeugungsexperiment</i> an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).</p>	<p>Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung</p> <p>Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit</p> <p>Erklärung und Deutung als Beugungsbild/Interferenzmuster (Nachweis der Welleneigenschaft)</p>

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: E6, E7, K3, K4, B4 / siehe auch:

http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/KLP_GOSt_Physik.pdf

Die Behandlung der fett ausgewiesenen Experimente ist obligatorisch.

Inhalt	Kompetenzen	Didaktische und Methodische Hinweise
Licht und Materie	Die Schülerinnen und Schüler... 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).	Experiment zum Doppelspalt (s. o.) Experiment zum Photoeffekt (s. o.) Reflexion der Bedeutung dieser Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik: Es bietet sich an, den Doppelspaltversuch mithilfe von Simulationen (Videos bzw. interaktiven Programmen) im Teilchen-, im Wellen- und im Mikroobjekt-Modell zu studieren. Insbesondere muss deutlich werden, dass <ol style="list-style-type: none">1. Der Bahnbegriff im makroskopischen Bereich (Fadenstrahlrohr) sinnvoll ist,2. der Bahnbegriff im mikroskopischen Bereich zu Widersprüchen mit dem Experiment führt (Doppelspaltversuch),3. der Begriff des Mikroobjekts den Welle-Teilchen-Dualismus als Gegensatz aufhebt,4. für das Auftreffen von Mikroobjekten auf Flächen nur Wahrscheinlichkeiten angegeben werden können. Zur Verdeutlichung sollte auch das Jönsson-Experiment (Interferenz am Doppelspalt bei Elektronen) behandelt werden.

Kontext: Wirbelströme im Alltag

Leitfrage: Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Induktion

Kompetenzschwerpunkte: UF4, E5, B1 / **siehe auch:**

http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/KLP_GOSt_Physik.pdf

Die Behandlung der fett ausgewiesenen Experimente ist obligatorisch.

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktische und Methodische Hinweise
Lenz'sche Regel	erläutern anhand des <i>Thomson'schen Ringversuchs</i> die Lenz'sche Regel (E5, UF4), bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),	Ausgehend von kognitiven Konflikten bei den Ringversuchen wird die Lenz'sche Regel erarbeitet Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten Erarbeitung von Anwendungsbeispielen zur Lenz'schen Regel (z.B. Wirbelstrombremse bei Fahrzeugen oder an der Kreissäge) Thomson'scher Ringversuch diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.