

Klasse 13, Thema 1: Elemente der Quantenmechanik

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Photoeffekt, Austrittsarbeit W_A, • Planck'sches Wirkungsquantum h • Photon, Quantenobjekt • Ruhmasse • Welle-Teilchen Dualismus • Röntgenstrahlung, Röntgenröhre, glühelektrischer Effekt • Bragg-Reflexion, Netzebenenabstand d, Glanzwinkel ϑ • Röntgenbremsspektrum • kurzwellige Grenze λ_{\min} • Compton-Effekt, elastischer Stoß, Comptonwellenlänge • Quantenobjekt Elektron • Materiewellen, Theorie von De Broglie • Wesenszüge von Quantenobjekten, statistisches Verhalten, Fähigkeit zur Interferenz, Eindeutigkeit von Messergebnissen, Komplementarität • Wellenfunktion Ψ, Antreffwahrscheinlichkeit w, Volumenelement ΔV • Heisenbergsche Unschärferelation
Formeln	<ul style="list-style-type: none"> • $E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$ • $h \cdot f = E_{\text{Kin}} + W_A$ • $E = e \cdot U$ • Bremsstrahlung: $E = e \cdot U_A = h \cdot f_{\max} = \frac{h \cdot c}{\lambda_{\min}}$ • Bragg-Gleichung: $n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin\theta$ • Impuls eines Photons: $p_{\text{Ph}} = m_{\text{Ph}} \cdot c = \frac{h \cdot f}{c}$ • Masse eines Photons: $m_{\text{Ph}} = \frac{E}{c^2} = \frac{h \cdot f}{c^2}$ • De-Broglie-Wellenlänge: $\lambda = \frac{h}{p}$ • Heisenberg'sche Unschärferelation; z. Bsp.: <ul style="list-style-type: none"> ◦ $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ ◦ $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$
Prozessbezogene Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Erläutern Experimente zum Photoeffekt und werten sie aus. • Beschreiben die Phänomene des Lichts mit Teilcheneigenschaften • Erläutern, dass sich der scheinbare Widerspruch des Welle-Teilchen Dualismus durch Wahrscheinlichkeitsinterpretationen beheben lässt. • Berechnen Impuls, Energie, Wellenlänge, Frequenz und Masse von Quantenobjekten.

	<ul style="list-style-type: none"> • Benennen und Erklären grundlegende Aspekte der Quantentheorie. • Erläutern Unterschiede und Gemeinsamkeiten von klassischen Teilchen und Quanten an Experimenten. • Beschreiben den Zusammenhang zwischen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Quantenobjekten und Wellenfunktion. • Beschreiben die Komplementarität von Quantenobjekten anhand eines Delayed- Choice- Experiments. • Beschreiben Nachweismöglichkeiten für einzelne Elektronen
Zentrale Experimente	<ul style="list-style-type: none"> • Photoeffekt mit Elektroskop: <ul style="list-style-type: none"> ○ positive und negative Ladungen ○ Veränderung der Intensität durch Veränderung des Abstandes der Quecksilberdampflampe ○ Glasplatte als UV-Filter • h-Bestimmung (Mekrphy-Versuch mit Leuchtdioden, Simulation) • Aufnahme und Auswertung eines Röntgenemissionsspektrums mit dem Röntgengerät • Compton-Effekt mit dem Röntgengerät • Elektronenbeugungsrohre • Doppelspaltversuch mit Elektronen (Simulation) • Elektronen am Einfachspalt zur Herleitung der Heisenberg'schen Unschärferelation