

Quantenexperimente in der Oberstufe

Schülerfragen

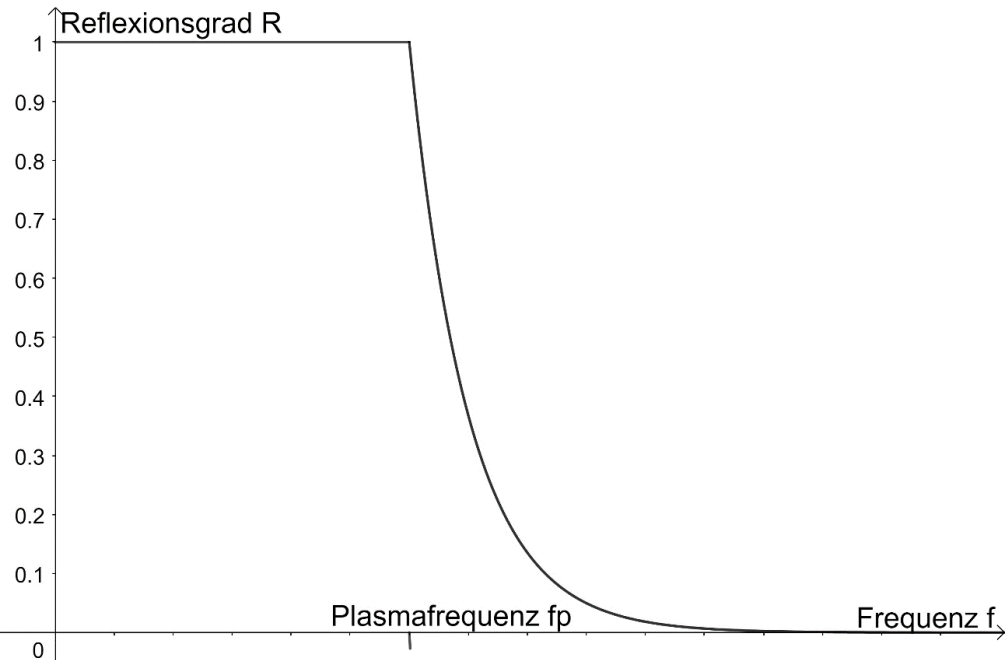
- ▶ Wie funktioniert ein Handy-Bildschirm?

Schülerfragen

- ▶ Wie funktioniert ein Handy-Bildschirm?
- ▶ Wieso kann etwas Durchsichtiges Strom leiten?

Schülerfragen

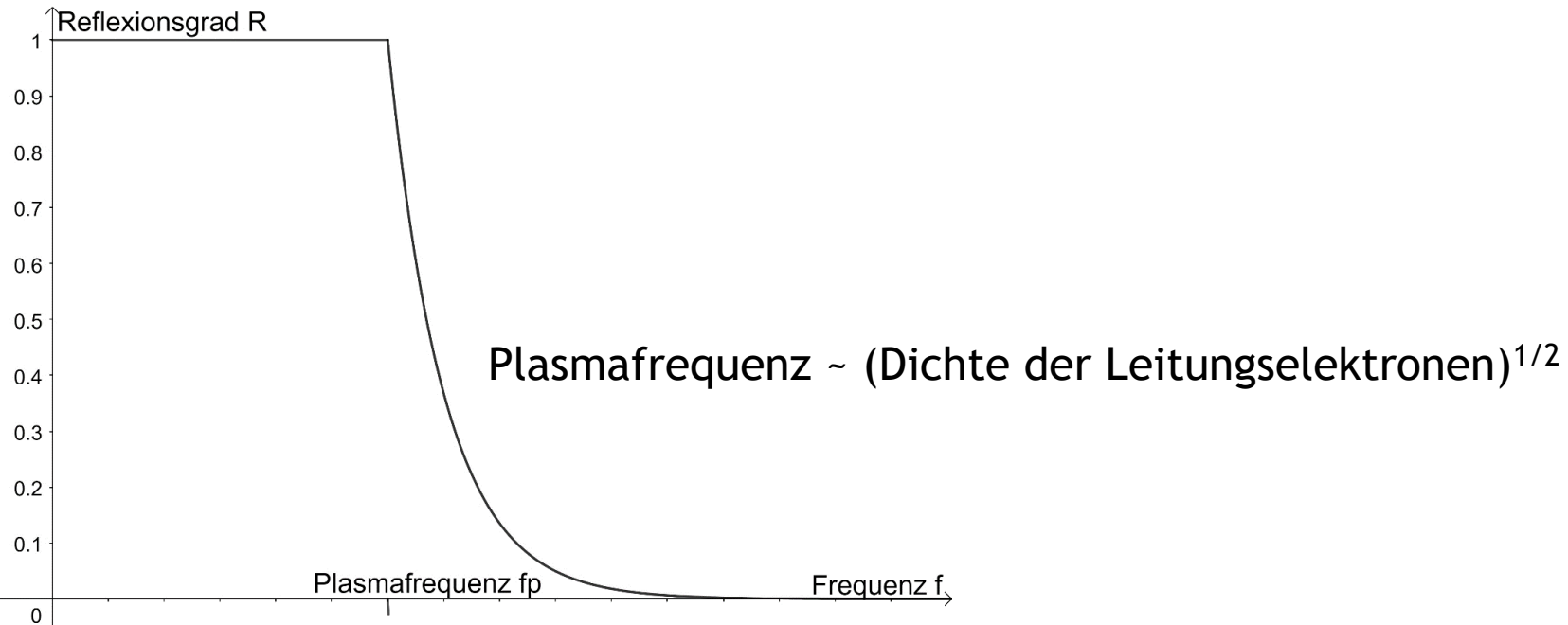
- ▶ Wie funktioniert ein Handy-Bildschirm?
- ▶ Wieso kann etwas Durchsichtiges Strom leiten?



Dr. Kerstin Fehn, 10. Workshop der Heisenberg-Gesellschaft, 13. Juli 2024

Schülerfragen

- ▶ Wie funktioniert ein Handy-Bildschirm?
- ▶ Wieso kann etwas Durchsichtiges Strom leiten?



Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife

- ▶ IB 1: Elektrische und magnetische Felder
- ▶ IB 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen
- ▶ IB 3: Quantenphysik und Materie

IB 3 Quantenphysik und Materie

Quantenobjekte

Inhalte für das grundlegende und das erhöhte Anforderungsniveau	Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau
<ul style="list-style-type: none">■ Grundlegende Aspekte der Quantentheorie: Stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung, Komplementarität■ Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Quantenobjekten■ quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus	<ul style="list-style-type: none">■ stochastische Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ)■ Ort-Impuls-Unbestimmtheit■ Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen

Atomvorstellungen

Inhalte für das grundlegende und das erhöhte Anforderungsniveau	Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau
<ul style="list-style-type: none">■ qualitative Betrachtung eines quantenmechanischen Atommodells■ Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen diskretem Spektrum und Energieniveauschema	<ul style="list-style-type: none">■ Modell des eindimensionalen Potenzialtopfs und seine Grenzen

Schülerfragen

- ▶ Gibt es die Weißschen Bezirke wirklich?

Schülerfragen

- ▶ Gibt es die Weißschen Bezirke wirklich?



Überblick über die Schülerexperimente zum Ausprobieren



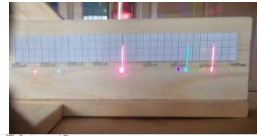
► Polarisation 1

► Polarisation 2

► Magnetische Domänen

► Harmonischer Oszillator 1

► Harmonischer Oszillator 2



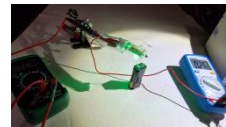
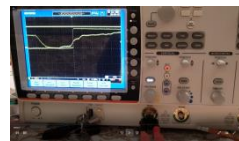
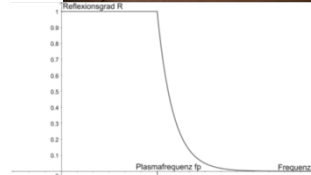
► Spektrometer

► Halbleiter

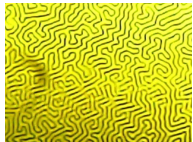
► Nachweis von Strahlung

► Quantelung

► h -Bestimmung mit Dioden



■ Polarisator
■ Videospiegelkonsole



The background features abstract, overlapping green geometric shapes in various shades, including light lime green, medium green, and dark forest green. These shapes are primarily located on the left and right sides of the frame, leaving a large white central area.

Backup

Wellen

Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen

Inhalte für das grundlegende und das erhöhte Anforderungsniveau	Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau
<ul style="list-style-type: none">■ harmonische Wellen: charakteristische Größen und ihre Zusammenhänge■ Longitudinal- und Transversalwelle, lineare Polarisation■ Spektrum elektromagnetischer Wellen	

Überlagerung von Wellen

Inhalte für das grundlegende und das erhöhte Anforderungsniveau	Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau
<ul style="list-style-type: none">■ Interferenz am Doppelspalt auch mit polychromatischem Licht■ stehende Wellen	<ul style="list-style-type: none">■ Einzelspalt mit monochromatischem Licht■ Interferometer

Inhaltliche Vereinbarungen

Inhalte für das grundlegende und das erhöhte Anforderungsniveau

- ◆ Grundlegende Aspekte der Quantentheorie: Stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung, Komplementarität
 - ◆ konkretes Beispiel, z. B. Elektron am Doppelspalt
 - ◆ Photon und Elektron als Quantenobjekt
 - ◆ Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit
- ◆ Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge zur Beschreibung von Quantenobjekten
 - ◆ Zusammenhang zwischen Energie und Frequenz eines Photons (quantitativ); Bestimmung eines Näherungswertes für das Planck'sche Wirkungsquantum h mit einer experimentellen Methode
 - ◆ Zusammenhang zwischen Impuls und Wellenlänge (de Broglie-Beziehung)
- ◆ quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe „Realität“, „Lokalität“, „Kausalität“, „Determinismus“
 - ◆ Problematik der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik

Inhaltliche Vereinbarungen

Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau

- ◆ stochastische Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ)
 - ◆ Betragsquadrat der Wellenfunktion zur Beschreibung der Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte
 - ◆ Delayed-choice-Experiment
- ◆ Ort-Impuls-Unbestimmtheit
 - ◆ Konzept der Unbestimmtheit in der Form: Unmöglichkeit, einen Zustand zu präparieren, bei dem zueinander komplementäre Größen jeweils einen exakten Wert haben

Inhaltliche Vereinbarungen

Inhalte für das grundlegende und das erhöhte Anforderungsniveau

- ◆ qualitative Betrachtung eines quantenmechanischen Atommodells
 - ◆ Energiestufenmodell
 - ◆ Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron
- ◆ Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen diskretem Spektrum und Energieniveauschema (auch quantitativ)
 - ◆ Emission und Absorption von Photonen als Energieabgabe und Anregung von Atomen
 - ◆ Veranschaulichung von Emission und Absorption im Energieniveauschema
 - ◆ Entstehung von Linienspektren

Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau

- ◆ Modell des eindimensionalen Potenzialtopfs und seine Grenzen
 - ◆ diskrete Energiewerte, Wellenfunktionen und Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron im Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden; begrenzte Gültigkeit dieser Modellvorstellung
 - ◆ Ausblick auf Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip
- ◆ Entstehung des kontinuierlichen und diskreten Röntgenspektrums