

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Quantenphysik und Materie - Physik der Atomhülle

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



G.3.9

Physik der Atomhülle – Quantenmechanisches Atommodell, Schalenaufbau und Röntgenstrahlung

Quantenphysik und Materie

Dr. Günter Scheu



Die Quantenmechanik ist der Einstieg in Verständnis und Entwicklung der Quantenphysik. Das Verlassen der klassischen Modelle zur Wechselwirkung von Licht mit Materie führt zur Einführung der Lichtquanten und Materiewellen, d. h. des Welle-Teilchen-Dualismus. Mit diesem Material spannen Sie den Bogen von der Einführung der ungewöhnlichen Regeln der Quantenwelt über die Untersuchung von Spektren bis zum Massenmodell bei der Kernfusion von Wasserstoff zu Helium in unserer Sonne. Dabei bietet das Material abwechslungsreiche Aufgaben, von denen viele zum gegenseitigen Austausch in Partnerarbeit und zur Stärkung der Kommunikationskompetenz Ihrer Klasse geeignet sind.

G.3.9

Physik der Atomhülle – Quantenmechanisches Atommodell, Schalenaufbau und Röntgenstrahlung

Quantenphysik und Materie

Dr. Günter Scheu



© RAABE 2024

© agsandrew/iStock/Getty Images Plus

Die Quantenmechanik ist der Einstieg in Verständnis und Entwicklung der Quantenphysik. Das Versagen der klassischen Modelle zur Wechselwirkung von Licht mit Materie führt zur Einführung der Lichtquanten und Materiewellen, d. h. des Welle-Teilchen-Dualismus. Mit diesem Material spannen Sie den Bogen von der Einführung der ungewöhnlichen Regeln der Quantenwelt über die Untersuchung von Spektren hin zum Massendefekt bei der Kernfusion von Wasserstoff zu Helium in unserer Sonne. Dabei bietet das Material abwechslungsreiche Aufgaben, von denen viele zum gegenseitigen Austausch in Partnerarbeit und zur Stärkung der Kommunikationskompetenz Ihrer Klasse geeignet sind.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11/12/13
Dauer:	8–12
Kompetenzen:	Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz
Methoden:	Übung, Definition
Inhalt:	Lichtelektrischer Effekt (Hallwachs-Effekt), Einstein'sche Lichtquantenhypothese, Energiebilanz, Einstein-Gerade, Planck'sche Konstante, Quantenobjekte, ihre Energie und ihr Impuls, de Broglie-Wellenlänge von Materiewellen, Arten von Spektren, Informationen aus Spektren, Kernfusion

Didaktisch-methodische Hinweise

Lernvoraussetzungen

Ihre Klasse kennt den Atomaufbau und das Bohr'sche Atommodell. Ihre Lernenden können mit Gleichungen umgehen, diese umstellen und lösen. Die Begriffe Energie, Impuls, Beugung, kohärentes Licht und der Umgang mit physikalischen Wellen, deren mathematischen Beschreibungen und ihren Kenngrößen sollte kein Problem darstellen.

Die Schülerinnen und Schüler lernen:

- dass alle klassischen Modellvorstellungen zur vollständigen und widerspruchsfreien Beschreibung des Verhaltens von Quantenobjekten, wie Lichtquanten und Elektronen, versagen. Insbesondere stellen sie fest, dass quantenphysikalische Erkenntnisse und Experimente die vertrauten Konzepte und Begriffe der Mechanik (Determinismus, Kausalität, Bahnbegriff) infrage stellen, d. h., dass sie nicht mehr gelten.
- dass durch die Einführung der Lichtquanten durch Albert Einstein und der Materiewellen durch Louis de Broglie neue Experimente verstanden bzw. erklärt werden können.
- die Beobachtung von Linienspektren mit der Struktur der Atomhülle der Elemente zu erklären.
- mit dem Begriff Lichtquanten die Emissions- und Absorptionsspektren von Atomen zu verstehen.
- dass die Kernfusion der Prozess der Umwandlung von Masse in Energie in den Sternen ist.

Hinweise

Material **M 1** gibt Ihnen die Möglichkeit, den Begriff der Quantelung und das Doppelspaltexperiment mit Ihrer Klasse zu wiederholen. Mit den zugehörigen Aufgaben können Ihre Lernenden die Inhalte vertiefen und den Umgang mit den Begriffen „schwarzer Strahler“, „Doppelspalt“, „Schrödingergleichung“ und „Spektrum“ routinieren. In Material **M 2** wird der Photoelektrische Effekt vorgestellt und bearbeitet. Mit Rechenaufgaben kann Ihre Klasse die Berechnung üblicher Kenngrößen kennenlernen und üben. Mit **M 3** wird auf die de Broglie-Wellenlänge eingegangen, enthalten ist außerdem eine Versuchsbeschreibung zur Beugung von Elektronen in der Elektronenbeugungsröhre. In **M 4** und **M 5** finden Sie eine ausführliche Beschreibung von Spektren und deren unterschiedlichen Arten. Ihre Klasse lernt den Umgang mit und Anwendungsfälle der Untersuchung von Absorptions- und Emissionsspektren. Den Prozess der Kernfusion, vor allem in Bezug auf unsere Sonne, können Sie Ihren Lernenden mithilfe von **M 6** näherbringen. Gehen Sie auf den Begriff des Massendefekts ein und geben Sie Ihrer Klasse die Möglichkeit, übliche Rechnungen durchzuführen und einzuüben. In **M 7** finden Sie einige zusätzliche Übungen, bei denen es sich anbietet, Ihre Lernenden in Partner- oder Gruppenarbeit zusammenarbeiten zu lassen.

Die dargestellten Themen sind im Bildungsplan der Gymnasien in der Oberstufe verankert. Bei der Auswertung der Daten müssen die Lernenden immer wieder Werte berechnen. Für diese Berechnungen ist ein Taschenrechner sehr hilfreich.

Die Aufgaben der Unterrichtseinheit sind nach Schwierigkeit geordnet, um das Thema geeignet zu erlernen und einzuüben. Außerdem sind ausführliche Lösungen dazu vorhanden.

Zusatzmaterialien

Sie finden alle Abbildungen und Grafiken auch zum Download.

In Material **M 7** können Sie **Aufgabe 5** als LearningApp zur Verfügung stellen. Ihre Lernenden können in Partner- oder Gruppenarbeit diskutieren und die interaktive Aufgabe gemeinsam bearbeiten. Verwenden Sie diesen Link wenn Sie die LearningApp selbst noch anpassen möchten: <https://raabe.click/wahr-oder-falsch-lul>, oder geben Sie Ihrer Klasse direkt diesen Link zur Bearbeitung der Aufgabe: <https://raabe.click/wahr-oder-falsch>.



Auf einen Blick

Quantenphysik und Materie

- M 1 Kurze Einführung – eine Zusammenfassung
 - M 2 Der lichtelektrische Effekt oder Photoeffekt
 - M 3 Energie und Impuls von Quantenobjekten
 - M 4 Spektren – Wechselwirkung von Atomen mit Lichtquanten
 - M 5 Informationsgewinn aus Linienspektren
 - M 6 Kernfusion in Sternen
 - M 7 Weitere Übungsaufgaben
-

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		

Kurze Einführung – eine Zusammenfassung

M 1

Es ist nicht überraschend, dass sich die Regeln der Quantenwelt von unseren Alltagsregeln unterscheiden.

Florian Eigner

Quantelung

Die **Quantenphysik** und die **Quantenelektrodynamik** beschreiben die Existenz und das Verhalten von **Quantenobjekten** wie Lichtquanten, Elektronen, Neutronen, Protonen, Atomen und Molekülen.

Damit ist die Erklärung vieler Effekte möglich, die von der klassischen Physik nicht erklärt werden können oder die den klassischen Vorstellungen widersprechen. Die Bezeichnung Quantenphysik rührt daher, dass viele physikalische **Objekte** und **Größen** in der Atom- und Kernphysik nur portionsweise, also **gequantelt**, vorkommen.

So ist zum Beispiel jede elektrische Ladung ein Vielfaches der Elementarladung, d. h. sie ist gequantelt.

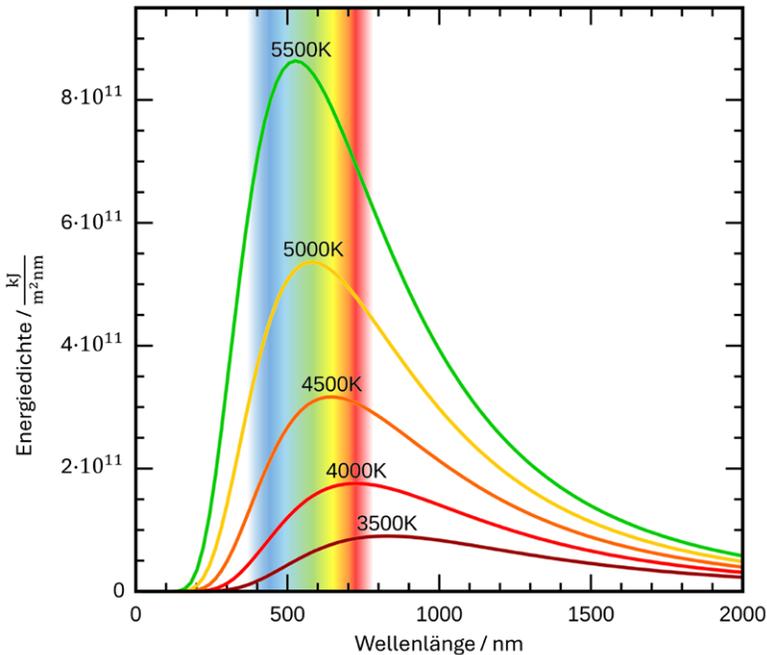
Als Beginn der Quantenphysik gilt der 14. Dezember 1900. An diesem Tag hielt **Max Planck** (1858 – 1947) auf einer Sitzung der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin einen Vortrag, in dem er seine **Strahlungsformel** theoretisch begründete.

Danach wird Energie von einem Körper nicht kontinuierlich, sondern in Portionen nach der Formel $E_{\text{Strahlung}} = h \cdot f$, d. h. in Quanten abgestrahlt. Dabei ist **h die Planck'sche Konstante** und f die Frequenz. Die Planck'sche Konstante h tritt in den Gesetzen der Atom- und Kernphysik auf, es gilt **$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$** .

Die Strahlungsenergie nimmt also mit steigender Frequenz der elektromagnetischen Wellen zu. Die Träger der Energieportionen heißen **Lichtquanten** oder **Photonen**. Das Photon ist das Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung und die kleinste Einheit elektromagnetischer Strahlung. Ein Austauschteilchen ist in der Quantenfeldtheorie ein Teilchen, das eine Wechselwirkung zwischen zwei Systemen vermittelt, indem es von einem System abgegeben und vom anderen aufgenommen werden kann.

Die elektromagnetische Strahlung wird durch Lichtquanten quantisiert. Ein historisch wichtiges Experiment hierzu war im Jahre 1887 die Beobachtung des lichtelektrischen Effekts durch H. Hertz und W. Hallwachs.

Auf der Quantenmechanik und ihren Begriffen bauen ab 1930 die weiterführende Quantenphysik und Quantenfeldtheorien auf.



© 4C Wikipedia CC BY-SA 3.0
 Bearbeitet durch Redaktion Physik

© RAABE 2024

Die Abbildung zeigt die Energieverteilung der Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge bzw. der Frequenz, die ein schwarzer Körper bei verschiedenen Temperaturen abgibt. Der sichtbare Bereich ist mit den Spektralfarben dargestellt

Das Doppelspaltexperiment – Verhalten von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten

1802 führte T. Young erstmals mit kohärentem Licht das Doppelspaltexperiment durch. Dieses führte zum Durchbruch der Wellentheorie des Lichts gegenüber der damals noch vorherrschenden Korpuskeltheorie von I. Newton.

Beim Doppelspaltexperiment treten kohärente Wellen, z. B. Licht- oder Materiewellen, durch zwei schmale, parallele Spalten, genannt **Doppelspalt**, und treffen auf einen Beobachtungsschirm.

Durch Beugung der Wellen entsteht auf dem Schirm ein **Interferenzmuster**, das aus abwechselnd hellen und dunklen Streifen, genannt Maxima bzw. Minima, besteht, wenn der Abstand der beiden Spalte nicht kleiner als die Wellenlänge ist.

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Quantenphysik und Materie - Physik der Atomhülle

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



G.3.9

Physik der Atomhülle – Quantenmechanisches Atommodell, Schalenaufbau und Röntgenstrahlung

Quantenphysik und Materie

Dr. Günter Scheu



Die Quantenmechanik ist der Einstieg in Verständnis und Entwicklung der Quantenphysik. Das Verlassen der klassischen Modelle zur Wechselwirkung von Licht mit Materie führt zur Einführung der Lichtquanten und Materiewellen, d. h. des Welle-Teilchen-Dualismus. Mit diesem Material spannen Sie den Bogen von der Einführung der ungewöhnlichen Regeln der Quantenwelt über die Untersuchung von Spektren bis zum Massenmodell bei der Kernfusion von Wasserstoff zu Helium in unserer Sonne. Dabei bietet das Material abwechslungsreiche Aufgaben, von denen viele zum gegenseitigen Austausch in Partnerarbeit und zur Stärkung der Kommunikationskompetenz Ihrer Klasse geeignet sind.