

1. Physik- Klausur im Grundkurs 13.1

Aufgabe 1 (50 Punkte): Das Bohrsche Atommodell

Bohr, Niels Henrik David

dänischer Physiker, * Kopenhagen 1885, † ebenda 1962; Professor in Kopenhagen (1943–45 in den USA, emigriert); wandte 1913 die Quantenhypothese (M. Planck 1900, A. Einstein ab 1905) auf das Atommodell E. Rutherfords an und schuf das **bohrsche Atommodell** (Atom), das erstmals so genannte Quantenbedingungen enthielt. 1918 führte Bohr das Korrespondenzprinzip ein. Auf der Basis seines von A. Sommerfeld erweiterten Atommodells konnte er 1921 das Periodensystem der chemischen Elemente theoretisch erklären. 1922 erhielt er den Nobelpreis für Physik.

überarbeitet aus: © 2003 Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG

Arbeitsaufträge:

- 1.1 Stelle die Bohrschen Postulate in Wort und Formel dar und erläutere die Widersprüche zur klassischen Physik. (8P)
- 1.2 Leite kommentiert die aus dem Bohrschen Atommodell folgenden Radien der Elektronenbahnen in Wasserstoffatom her und zeige:
 $r_n = 0,529 \text{ \AA} \cdot n^2$
 Erläutere die Bedeutung von „n“. (8P)
- 1.3 Die zu den Bahnen korrespondierenden Energiewerte im Wasserstoffatom betragen nach Bohr (und ebenfalls nach sehr viel aufwändigeren quantenmechanischen Berechnungen!):
 Wasserstoff: $E_n = -13,6 \text{ eV} \cdot n^{-2}$
 Nenne die Energieniveaus in 2fach ionisiertem Lithium. (4P)
- 1.4 Berechne die Radien und die Bindungsenergien der ersten 4 Schalen ($n=1,2,3,4$) im Wasserstoffatom und zeichne ein maßstabsgetreues Modell dieser Schalen. Skizziere darin den Übergang von der 4. Schale auf die 2. Schale und berechne Energie, Frequenz, Wellenlänge und Impuls des erzeugten Photons. (16P)
- 1.5 Beschreibe und erläutere das Zustandekommen des auf der Erde durch ein Prisma spektral zerlegten Sonnenlichtes. (14P)

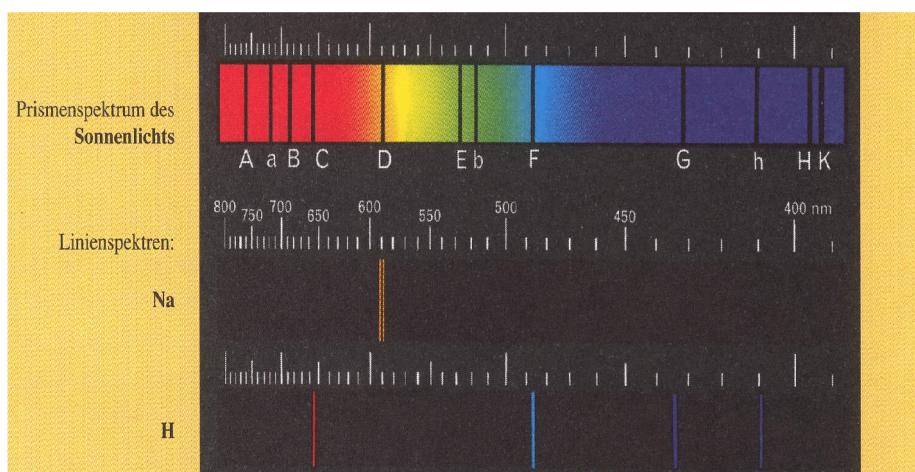


Abb. 1: Absorptions- und Emissionsspektren

Aufgabe 2 (50 Punkte): Lichtelektrischer Effekt und Grundlagen der Quantenmechanik

Photoeffekt:

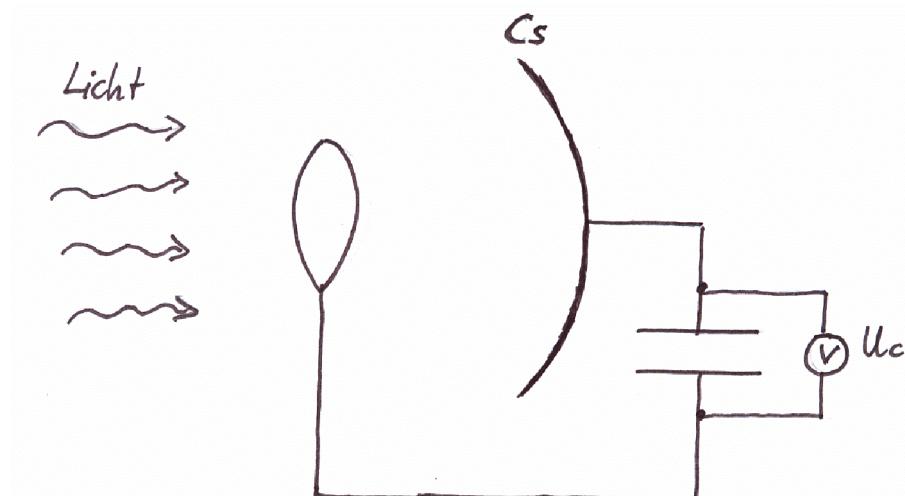
(lichtelektrischer Effekt, photoelektrischer Effekt), quantenmechanischer Vorgang, bei dem Elektronen durch Lichtabsorption aus ihrem Bindungszustand gelöst und für den elektrischen Ladungstransport verfügbar werden; im weiteren Sinn jede Art der Wechselwirkung von Photonen (Lichtquanten) mit Materie, bei der die Photonen ihre gesamte Energie abgeben; z. B. wird beim **atomaren Photoeffekt (Photoionisation)** ein Licht-, Röntgen- oder Gammaquant durch die Elektronenhülle eines freien Atoms vollständig absorbiert, wobei die Photonenenergie auf ein Elektron übergeht, das die Atomhülle verlässt.

Einstein:

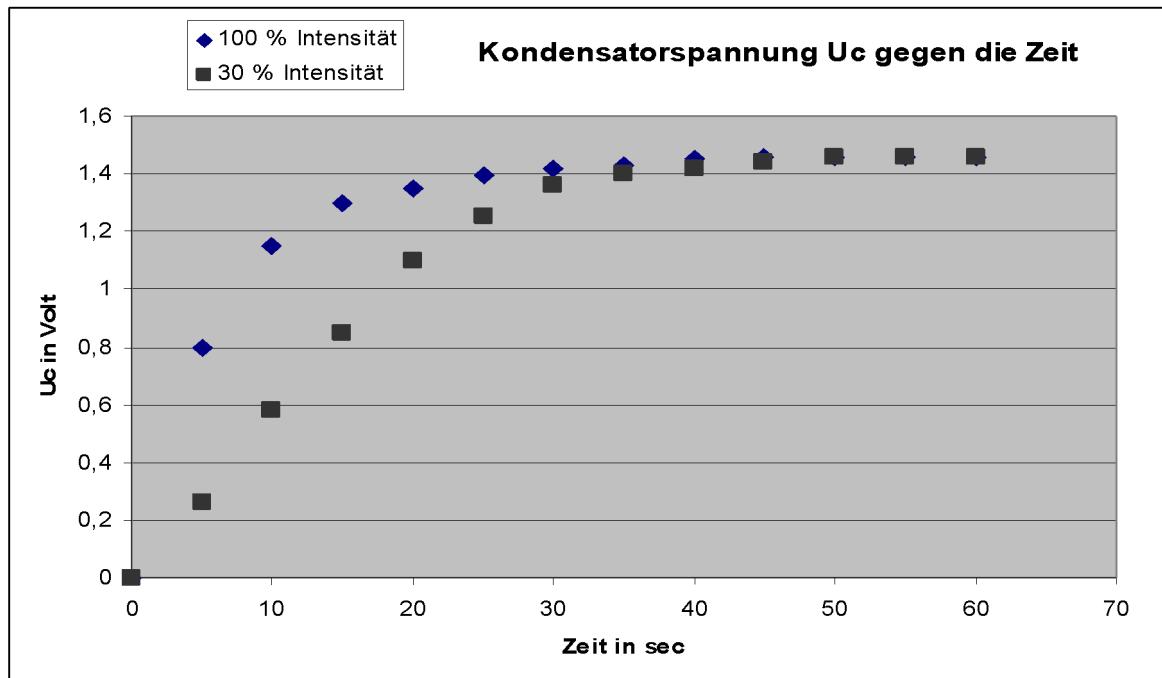
Einstein entwickelte um 1905 die spezielle, 1915 die allgemeine Relativitätstheorie, die die moderne Physik auf neue Grundlagen stellten. Seine Erklärung des äußeren Photoeffekts (1905; 1921 Nobelpreis für Physik) mithilfe der Lichtquantenhypothese trug zur Anerkennung der Quantentheorie bei, obwohl Einstein die statistische Interpretation der Quantenmechanik nie akzeptierte.

© 2003 Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG

Abb. 2: Versuchsaufbau Photozelle (schematisch)



Bei Untersuchungen an einer mit Caesium ($E_A \approx 1,4$ eV) bedampften Photozelle ergaben sich bei Beleuchtung mit monochromatischem Licht der Wellenlänge 436nm folgende Kondensatorspannungen U_C in Abhängigkeit von der Beleuchtungszeit t und der Beleuchtungsintensität I :

Abb. 3: $U_C(t)$ in linearer Darstellung

Führt man diesen Versuch mit verschiedenen Spektrallinien einer Quecksilberdampflampe durch und beleuchtet die Caesiumschicht damit hinreichend lange, so erhält man unterschiedliche Spannungen, je nach verwendeter Wellenlänge:

Tab. 1

λ in nm	405	436	546	578
U_C in Volt	1,69	1,44	0,89	0,73

b) Arbeitsaufträge:

- 2.1 Beschreibe und erläutere das Diagramm Abb.3 und vergleiche die Interpretation mit den Vorhersagen der klassischen Wellenmechanik. (8P)
- 2.2 Stelle die Werte aus Tab. 1 in einem Diagramm U_C gegen f (Frequenz des Lichtes) graphisch dar. (10P)
- 2.3 Bestimme mit den Werten aus Tab. 1 und Aufgabenteil 2.2 graphisch das Plancksche Wirkungsquantum h und die Austrittsarbeit E_A für Elektronen aus Caesium. (8P)
- 2.4 Die Austrittsarbeit E_A von Natrium beträgt 2,28 eV. Beschreibe und erläutere, wie sich Tab. 1 verändern würde, wenn im Versuch nach Abb. 2 die Photozelle durch eine mit Natrium bedampfte Photozelle ersetzt würde. (8P)
- 2.5 Beschreibe den Franck-Hertz-Versuch anhand einer geeigneten Skizze und eines (skizzierten) I-U-Diagramms und erläutere seine grundlegende Bedeutung für die Quantenmechanik. (16P)