

tatsachen der Physik auseinandergesetzt. Die Überschriften der Kapitel geben am besten eine Vorstellung vom Inhalt: 1. Atome und Moleküle, 2. die Lichtwellen und das Spektrum, 3. Ionen und Elektronen, 4. das Atom als Planetensystem. Die vier folgenden Kapitel befassen sich dann speziell mit der BOHRschen Atomtheorie. Ihre Überschriften sind: 5. Die BOHRsche Theorie des Wasserstoffspektrums, 6. Die Wechselwirkung zwischen Licht und Stoff, 7. Verschiedene Anwendungen der BOHRschen Atomtheorie, 8. Der Aufbau und die chemischen Eigenschaften der Stoffe. Die Darstellung vermeidet natürlich mathematische Formeln und Ableitungen weitgehend, nur in einem Anhang sind für den Interessenten die wichtigsten Rechnungen zur Theorie des Wasserstoffatoms zusammengestellt. Der Inhalt bringt von dem großen Tatsachenmaterial der Atomphysik nur das wichtigste und verliert sich nie in Einzelheiten, der Hauptwert wird auf die Auseinandersetzung der grundlegenden Ideen gelegt. So erfährt z. B. das Korrespondenzprinzip, das bekanntlich der Leitstern für die meisten Überlegungen BOHRs gewesen ist, eine eingehende Darlegung. Es werden auch nicht nur die Erfolge der Atomtheorie, sondern auch die großen Schwierigkeiten geschildert, die einer einheitlichen Auffassung des physikalischen Weltbildes im Wege stehen. Hier ist das Kapitel 6, das für die deutsche Auflage von KRAMERS verfaßt wurde, von besonderem Interesse, weil in ihm der Zwiespalt zwischen der wellentheoretischen und quantenmäßigen Auffassung vom Wesen des Lichtes aufs klarste und eindringlichste auseinandergesetzt ist. Auch der Versuch einer Lösung von BOHR, KRAMERS und SLATER findet hier wohl erstmalig eine gemeinverständliche Darstellung. Am Ende des Buches befinden sich auf einer Tafel die hübschen Atommodellzeichnungen, die den Lesern dieser Zeitschrift schon aus dem Bohr-Heft der *Naturwissenschaften* bekannt sind.

Zum Schlusse möchten wir nicht unerwähnt lassen, daß die Verfasser in Herrn ARNDT einen Übersetzer gefunden haben, der seine Aufgabe vortrefflich gelöst hat, man merkt wirklich nicht, daß es sich um eine Übersetzung handelt.

W. GROTRIAN, Berlin-Potsdam.

COMPTON, K. T., und F. L. MOHLER, **Ionisierungs- und Anregungsspannungen**. Übersetzt von R. SUHRMANN. Berlin: Gebr. Bornträger 1925. 148 S. und 16 Abb. 16 × 25 cm. Preis 13,50 Goldmark.

Die vorliegende Monographie ist in ihrem amerikanischen Original die erste einer Reihe von Veröffentlichungen, die nach ihrem Abschluß den Bericht des National Research Council Committee über Ionisierungsspannungen und verwandte Gegenstände bilden soll. Die deutsche Übersetzung von R. SUHRMANN bildet

Heft 6 des 18. Bandes der von Prof. EUCKEN in Breslau herausgegebenen Fortschritte der Chemie, Physik und physikalischen Chemie.

Das Thema, mit dem sich das vorliegende Buch beschäftigt, hat in deutscher Sprache eine buchmäßige, zusammenfassende Darstellung bisher nicht erfahren, abgesehen von dem Kapitel von G. JOOS über Anregung der Atome zur Lichtemission in Band VI des Handbuches der Radiologie herausgegeben von E. MARX, das aber auch nur auf etwa 50 Druckseiten das allerwichtigste bietet. Man muß also zugeben, daß in der deutschen physikalischen Literatur in der Tat eine merkliche Lücke zu verzeichnen war, die nun durch diese Monographie ausgefüllt worden ist, was von den für dieses Gebiet interessierten Kreisen sicher lebhaft begrüßt werden wird. Da die beiden Verfasser bekannte amerikanische Spezialisten auf dem Gebiete der Ionisierungs- und Anregungsspannungen sind, so kann man an das Buch mit hohen Erwartungen herantreten, die auch keineswegs enttäuscht werden.

Den beiden Autoren entsprechend zerfällt es in zwei Teile. In dem ersten Teile behandelt K. T. COMPTON die experimentellen Methoden zur Bestimmung kritischer Potentiale. Dieser Teil enthält eine sehr wertvolle vollständige Zusammenstellung und Erklärung der bisher ersonnenen und angewandten Verfahren, und zwar werden sowohl die elektrischen wie auch die spektroskopischen Methoden behandelt, in allen Teilen bis zu den neuesten Ergebnissen fortschreitend. Zum Schlusse werden auch einige technische Kunstgriffe mitgeteilt, die gerade bei der Ausführung der betr. Experimente von Vorteil sind.

Der zweite Teil von F. L. MOHLER ist der Deutung der kritischen Potentiale gewidmet, so wie sie im Prinzip durch die BOHRsche Atomtheorie vorgezeichnet ist. Für sämtliche bisher untersuchte Stoffe werden in Tabellen die Resultate der Messungen gegeben, und deren Deutung im Zusammenhange mit den Serienspektren wird an Hand von Energiediagrammen eingehend erläutert. Besonders wertvoll ist die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse in dem Zwischengebiet zwischen Röntgenstrahlen und optischen Wellen, allerdings stößt hier die Deutung noch auf mannigfache Schwierigkeiten.

Seinem ganzen Charakter nach ist diese Monographie ein Buch der experimentellen Tatsachen. Auf die problematische Seite des Elektronenstoßverfahrens wird relativ wenig eingegangen. Die Darstellung ist in allen Teilen klar und leicht verständlich. Ein sehr volländiges Literaturverzeichnis bildet den Abschluß des Buches, das auch den deutschen Physikern sicher sehr wertvolle Dienste leisten wird.

W. GROTRIAN, Berlin-Potsdam.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Ersetzung der Hypothese vom unmechanischen Zwang durch eine Forderung bezüglich des inneren Verhaltens jedes einzelnen Elektrons.

§ 1. Bekanntlich kann man die Struktur und das magnetische Verhalten der Spektren eingehend beschreiben mit Hilfe des LANDÉschen Vektormodelles R , K , J und m ¹⁾. Hierin bezeichnet R das Impulsmoment des Atomrestes — d. h. des Atoms ohne das Leuchtelektron — K das Impulsmoment des Leuchtelektrons, J ihre Resultante und m die Projektion von J auf die Richtung eines äußeren Magnetfeldes, alle in den ge-

¹⁾ Siehe E. BACK und A. LANDÉ, ZEEMANEFFEKT und MULTIPLETTSTRUKTUR DER SPEKTRALLINIEN.

bräuchlichen Quanteneinheiten ausgedrückt. Man muß dann in diesem Modell annehmen:

a) daß für den Atomrest das Verhältnis des magnetischen Momentes zum mechanischen doppelt so groß ist, als man klassisch erwarten würde.

b) daß in den Formeln, wo R^2 , K^2 , J^2 auftritt, man diese durch $R^2 - \frac{1}{4}$, $K^2 - \frac{1}{4}$, $J^2 - \frac{1}{4}$ ersetzen muß. [Die HEISENBERGSCHE MITTLUNG¹⁾].

Dieses Modell hat sich äußerst fruchtbar gezeigt und hat u. a. geführt zur Entwirrung der verwickeltesten Spektren.

§ 2. Man stößt aber auf Schwierigkeiten, sobald man versucht, das LANDÉsche Vektormodell anzuschließen

¹⁾ W. HEISENBERG, Zeitschr. f. Phys. 26, 291. 1925.

an unsere Vorstellungen über den Aufbau des Atoms aus Elektronen. Z. B.:

a) PAULI¹⁾ hat schon gezeigt, daß bei den Alkali-Atomen der Atomrest magnetisch unwirksam sein muß, da sonst der Einfluß der Relativitätskorrektur eine Abhängigkeit des ZEEEMAN-Effektes von der Kernladung verursachen würde, welche in diesen Spektren nicht wahrgenommen ist.

b) Beim LANDÉ'schen Modell darf man das Impulsmoment des Atomrestes nicht mit demjenigen des positiven Ions identifizieren, sowie man es nach der Definition des Atomrestes erwarten würde. [Verzweigungssatz von LANDÉ-HEISENBERG²⁾ — unmechanischer Zwang].

c) Bei einigen in der letzten Zeit mit Hilfe des LANDÉ'schen Schemas analysierten Spektren (z.B. Vanadium, Titan) stimmt das *K* des Grundtermes gar nicht mit dem Werte, welchen man aus dem BOHR-STONER'schen periodischen System erwarten würde.

§ 3. Die obengenannten Schwierigkeiten zeigen alle in dieselbe Richtung, nämlich, daß die Bedeutung, welche man den LANDÉ'schen Vektoren zukennt, wahrscheinlich nicht richtig ist. PAULI³⁾ hat schon einen neuen Weg eingeschlagen, welcher speziell an Schwierigkeit *a* anknüpft. Hieraus folgte er nämlich, daß man bei den Alkalispektren alle Quantenzahlen dem Leuchtelektron allein zuschreiben muß. Nach PAULI bekommt dann jedes Elektron im Magnetfelde 4 unabhängige Quantenzahlen. Mit Hilfe des BOHR'schen Aufbauprinzips und noch einigen allgemeinen Sätzen konnte er dann in einfacher Weise zu denselben Resultaten gelangen wie LANDÉ⁴⁾. Die in § 2 genannten Schwierigkeiten verschwinden beim PAULI'schen Verfahren vollständig. Der Anschluß an das BOHR-STONER'sche periodische System wird erreicht, und es werden noch neue Gesichtspunkte geöffnet⁵⁾.

§ 4. In beiden Auffassungen bleibt jedoch das Auftreten des sog. relativistischen Doublets in den Röntgen- und Alkalispektren ein Rätsel. Zur Erklärung dieser Tatsache kam man in letzter Zeit zur Annahme einer klassisch nicht beschreibbaren Zweideutigkeit in den quantentheoretischen Eigenschaften des Elektrons⁶⁾.

§ 5. Uns scheint noch ein anderer Weg offen. PAULI bindet sich nicht an eine Modellvorstellung. Die jedem Elektron zugeordneten 4 Quantenzahlen haben ihre ursprüngliche LANDÉ'sche Bedeutung verloren. Es liegt vor der Hand, nun jedem Elektron mit seinen 4 Quantenzahlen auch 4 Freiheitsgrade zu geben. Man kann dann den Quantenzahlen z.B. folgende Bedeutung geben: *n* und *k* bleiben wie früher die Haupt- und azimutale Quantenzahl des Elektrons in seiner Bahn.

R aber wird man eine eigene Rotation des Elektrons zuordnen⁷⁾.

1) W. PAULI Jr., Zeitschr. f. Phys. 31, 373. 1925.

2) Siehe E. BACK und A. LANDÉ, l. c. S. 55ff.

3) W. PAULI Jr., Zeitschr. f. Phys. 31, 765. 1925.

4) Man vergleiche: S. GOUDSMIT, Zeitschr. f. Phys. 32, 794. 1925; W. HEISENBERG, Zeitschr. f. Phys. 32, 841. 1925; F. HUND, Zeitschr. f. Phys. 33, 345. 1925.

5) Siehe die in 3) Spalte 2 zit. Arbeiten.

6) W. HEISENBERG, Zeitschr. f. Phys. 32, 841. 1925.

7) Man beachte, daß man die hier auftretenden

Die übrigen Quantenzahlen behalten ihre alte Bedeutung. Durch unsere Vorstellung sind formell die Auffassungen von LANDÉ und PAULI mit all ihren Vorteilen miteinander verschmolzen¹⁾. Das Elektron muß jetzt die noch unverstandene Eigenschaft (in § 1 unter *a* genannt), welche LANDÉ dem Atomrest zuschrieb, übernehmen. Die nähere quantitative Durchführung dieser Vorstellung wird wohl stark von der Wahl des Elektronenmodells abhängen. Um mit den Tatsachen in Übereinstimmung zu kommen, muß man also diesem Modell die folgenden Forderungen stellen:

a) Das Verhältnis des magnetischen Momentes des Elektrons zum mechanischen muß für die Eigenrotation doppelt so groß sein als für die Umlaufbewegung²⁾.

b) Die verschiedenen Orientierungen vom *R* zur Bahnebene (oder *K*) des Elektrons muß, vielleicht in Zusammenhang mit einer HEISENBERG-WENTZEL'schen Mittelungsvorschrift³⁾, die Erklärung des Relativitätsdoublets liefern können.

G. E. UHLENBECK und S. GOUDSMIT.

Leiden, den 17. Oktober 1925.

Instituut voor Theoretische Natuurkunde.

Es ist mir ein Bedürfnis, festzustellen, daß Prof. W. J. DE HAAS mir schon vor einigen Monaten die Apparatur für ein sehr interessantes Experiment zeigte, das sich ebenfalls mit dem Problem der inneren Rotation des Elektrons beschäftigt. Obwohl *mir* die betreffenden Ideen von Prof. DE HAAS seit längerer Zeit bekannt waren, hatten die Herren UHLENBECK und GOUDSMIT, als sie mir kürzlich die obigen Überlegungen mitteilten, davon keinerlei Kenntnis.

P. EHRENFEST.

Quantenzahlen des Elektrons den Alkalispektren entnehmen muß. *R* hat also für jedes Elektron nur den Wert 1 (in LANDÉ'scher Normierung).

1) Z. B. wird nun auch die Bedeutung des HEISENBERG'schen Schema III verständlicher, worin man für ein ganzes Atom sowohl die *R* als die *K* der Elektronen zusammensetzen muß.

2) Z. B. für ein kugelförmiges rotierendes Elektron mit Oberflächenladung kann man aus den ABRAHAM'schen Formeln (Ann. d. Phys. 10, 105. 1903), ablesen:

$$\text{Rotationsenergie} = \frac{1}{9} \frac{e^2 a \cdot 2}{c^2} \varphi^2 \quad (a = \text{Elektronenradius}),$$

$$\text{also: } p_\varphi = \frac{2}{9} \frac{e^2 a}{c^2} \varphi$$

$$\text{Magnetisches Moment: } \sigma = \frac{1}{3} \frac{e a^2}{c}$$

$$\text{Masse: } m = \frac{2}{3} \frac{e^2}{c^2 a}$$

$$\text{Also: } \frac{\sigma}{p_\varphi} = \frac{3}{2} \frac{a c}{e} = 2 \times \frac{e}{2 m c}$$

d. i. in der Tat doppelt so viel als für die Umlaufbewegung. Man beachte aber, daß wenn man diese Rotationsbewegung quantisiert, die periphere Geschwindigkeit des Elektrons die Lichtgeschwindigkeit weit übertreffen würde.

3) W. HEISENBERG, l. c., G. WENTZEL, Ann. d. Phys. 76, 803. 1925.

Botanische Mitteilungen.

Beobachtungen über den Geschlechtsdimorphismus beim Bingelkraut (*Mercurialis annua*). Die Frage nach dem Vorhandensein sekundärer Geschlechtscharaktere bei diöcischen Blütenpflanzen ist bisher nur in sehr tastender Weise in Angriff genommen, und es existieren

im wesentlichen nur verzerrte Angaben über Größenunterschiede zwischen Männchen und Weibchen, so beim Sauerampfer und beim Hanf. Eine erfreuliche Bereicherung unserer Kenntnisse in dieser Hinsicht bringt eine neue Arbeit von M. G. SOUVILLE, die das