

Über Wellenlängenänderung in den HI- und HeI-ähnlichen Spektren infolge der elektromagnetischen Verschiebung des Grundterms

Von Victor von Keussler

Fraunhofer-Institut, Freiburg i. Br.

(Z. Naturforschg. 4a, 158 [1949]; eingeg. am 24. Januar 1949)

Die wasserstoff- und heliumähnlichen Spektren der Elemente der ersten Reihe des periodischen Systems sind im extremen Vakuumultraviolett bis zur siebenten Ionisierungsstufe bei ausgezeichneter Linienschärfe photographiert worden¹. Die genaue Ausmessung der Wellenlängen wird jedoch durch das Fehlen geeigneter Bezugslinien in diesem Gebiet erschwert. Es sind daher auf Grund der Sommerfeld-Ünsöld-Diracschen Theorie mit Hilfe der Formel von Penney² die Wellenlängen der Linien der HI-ähnlichen Spektren berechnet und sodann als Normalen zur Ausmessung der HeI-ähnlichen Spektren und anderer Linien benutzt worden. Nur ganz wenige Linien sind in höheren Ordnungen, bezogen auf Normallinien von Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff, gemessen worden. Die Genauigkeit dieser Messungen ist aber sehr hoch zu bewerten, da sie in hohen Gitterordnungen ausgeführt und die benutzten Normallinien ihrerseits an interferometrisch gemessene Eisennormallinien angeschlossen sind.

Am sichersten ist die Wellenlänge der Linie $1s^2S_{1/2} - 2p^2P_{1/2, 3/2}$ in Li III von Edlén³ bestimmt worden. Er erhielt dabei aus der fünften bis zwölften Ordnung folgende Werte in Å mit in Klammern beigefügter Ordnung: 134,998 (5); 995 (6); 997 (7); 995 (8); 001 (9); 995 (10); 997 (12). Diese beobachteten Werte sind durchweg größer als der auf Grund der Sommerfeld-Ünsöld-Diracschen Theorie sich ergebende Wert 134,994 Å. Die Differenz könnte nach Edlén Meinung auf „einer unsymmetrischen Verbreiterung der deutlich diffusen Linie“ beruhen. Die Größe der Abweichung beträgt $\Delta\lambda = 0,002_9 \pm 0,000_6$ Å, was $\Delta\nu = 15_9 \pm 3_3$ cm⁻¹ entspricht.

Die von Edlén festgestellte Wellenlängenabweichung befindet sich in bemerkenswertem Einklang mit neueren experimentellen und theoretischen Ergebnissen. Lamb und Retherford⁴ haben mit Hilfe von Zentimeter-

wellen mit großer Präzision bei Wasserstoff einen geringeren Abstand $2s^2S_{1/2} - 2p^2P_{3/2}$ festgestellt, als von der bisherigen Theorie verlangt wurde. Diese Tatsache ist von Bethe⁵ auf die Verschiebung des $2s^2S_{1/2}$ -Terms infolge Wechselwirkung zwischen Elektron und Strahlungsfeld in quantitativer Übereinstimmung mit der gemessenen Differenz zurückgeführt worden. Nach der Betheschen Theorie ist auch eine Verschiebung des einfachen Grundterms $1s^2S_{1/2}$ der HI-ähnlichen Spektren im Sinne abnehmender Ionisierungsspannung zu erwarten. Im Anschluß an die von Bethe angegebenen Näherungsformeln erhält man bei der Kernladungszahl Z für die Verschiebung $\Delta\nu$ der $1s^2S_{1/2}$ -Terme

$$[\Delta\nu]_{\text{cm}^{-1}} = 0,0835 Z^4 (3,31 - \lg_{10} Z^2).$$

Für Li III ergibt sich demnach $\Delta\nu = 16,0$ cm⁻¹, in Übereinstimmung mit dem aus Edlén's Messungen abgeleiteten Frequenzunterschied.

Somit können infolge des Vorhandenseins der elektromagnetischen Termverschiebung die Linien der HI-ähnlichen Spektren nicht ohne weiteres als Bezugslinien verwendet werden. Eine genaue Vermessung ihrer Wellenlängen ist unerlässlich. Nach der angeführten Beziehung nimmt jedoch die Wellenlängenänderung mit wachsender Kernladungszahl allmählich ab.

Auch bei den Grundtermen $1s^2S_0$ der Reihe der HeI-ähnlichen Spektren ist eine Abweichung zwischen den experimentell ermittelten und den nach der Hylleraasschen Formel unter Anbringung einer relativistischen Korrektur berechneten Werten von der zu erwartenden Größenordnung vorhanden⁶. Der Sinn der Abweichung entspricht der Theorie von Bethe, doch ist die Genauigkeit für einen quantitativen Vergleich noch zu gering.

¹ F. Tyrén, Z. Physik **109**, 722 [1938]; Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsaliensis Ser. IV, **12**, Nr. 1 [1940].

² W. G. Penney, Philos. Mag. J. Sci. **9**, 661 [1930].

³ B. Edlén, Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsaliensis Ser. IV, **9**, Nr. 6 [1934].

⁴ W. E. Lamb jr. u. R. C. Retherford, Physic. Rev. **72**, 241 [1947].

⁵ H. A. Bethe, Physic. Rev. **72**, 339 [1947].

⁶ H. A. Robinson, Physic. Rev. **51**, 14 [1937]; F. Tyrén¹ [1940].

BESPRECHUNGEN

Die Kettenreaktion des Urans und ihre Bedeutung.

Von Otto Hahn. Deutscher Ingenieur-Verlag G.m.b.H., Düsseldorf 1948. 46 S. mit 5 Bildern und 1 Taf., Preis DM 3,90, für VDI-Mitglieder DM 3,50.

Die kleine Schrift stellt die erweiterte Fassung eines 1947 vom Verf. gehaltenen Vortrags dar. Sie behandelt zunächst das Wesen der Uran-Spaltung und der Uran-Kettenreaktion, um dann auf den Uranbrenner (Uran-pile) und besonders auf die Möglichkeiten einer friedlichen Ausnutzung der in diesem freiwerdenden Atomenergie einzugehen. Nach Ansicht des Verf. wird die bei der gesteuerten Kettenreaktion entstehende Wärme wohl in wenig Jahren

für die Warmwasserversorgung von großen Fabrikanlagen und Städten zur Verfügung stehen, dagegen die Einrichtung von Kraftzentralen für die Belieferung von elektrischem Strom noch längere Zeit auf sich warten lassen. Abschließend wird auf die Gewinnung künstlicher radioaktiver Elemente und ihre Anwendung auf den verschiedensten Gebieten der reinen Forschung, der Biologie und Medizin sowie der Technik hingewiesen.

Das lebendig und leicht faßlich geschriebene Büchlein ist auf Grund der hervorragenden Sachkenntnis seines Verf. sehr geeignet, einem größeren Leserkreis eine klare und nüchterne Vorstellung von den