

auch Bechert im zweiten Teil seiner Arbeit versucht. Der erste Versuch in dieser Richtung stammt von Wentzel¹⁵ in Anlehnung an die Schrödingersche Theorie, und durch diese Arbeit sind Sommerfeld und Unsöld auf die Berechnung der Intensitäten der $H\alpha$ -Komponenten gekommen. Wentzel fand beträchtliche Abweichungen der berechneten Intensitäten von den Versuchsergebnissen von Jönsson und Allison. Man nahm an, dass die Anwendung der Diracschen Theorie diese Unterschiede beseitigen würde. Bei den in dieser Arbeit ausgeführten Berechnungen von (r) vernachlässigten wir $|W| = \alpha Z \cdot |V|$, weil $\alpha = 1/137$ sehr klein ist. Für Röntgenstrahlen liegt aber αZ für die Elemente von Ag bis U zwischen $1/3$ und $2/3$, weswegen W nicht zu vernachlässigen ist. Wir haben für Ag und U Berechnungen angestellt; die berechneten Intensitäten stimmen aber im allgemeinen mit den experimentell beobachteten Werten nicht überein. Der Umstand, dass die Röntgen- und Alkalispektren gleich gebaut sind, hat oft zu der falschen Auffassung geführt, dass sie auf gleiche Art entstehen. Sowohl Wentzel wie Saha und Ray¹⁶ haben auf das

Irreführende dieser Analogie hingewiesen, da ja die Röntgen-niveaus durch das *Fehlen* eines Elektrons in den abgescheuerten Schalen entstehen, während die optischen Niveaus der Alkalmetalle von einem einzelnen ausserhalb der abgeschlossenen Schalen schwingenden Elektron herrühren. Zweitens hängen die Intensitäten der verschiedenen Röntgenlinien, abgesehen von den Übergangswahrscheinlichkeiten, auch von der Wahrscheinlichkeit der Entfernung eines Elektrons aus der $L_1(2s)$ - oder $L_2(2p)$ -Schale durch das äussere Elektronen-bombardement ab. Aber selbst, wenn sich diese beiden Faktoren berücksichtigen liessen, müssten noch weitere Anomalien, wie die Abweichung der Intensitätsverhältnisse der Komponenten irgendeines Multipletts von der Ornstein-Burger-Sommerfeld-Regel erklärt werden (so sollte sich z. B. $\beta_3 : \beta_4$ wie 2:1 verhalten, während es bei U gleich 1:1 ist). Diese Anomalien sind ähnlich den für die Komponenten der höheren Hauptserienglieder bei den Alkalimetallen beobachteten¹⁷ und haben wahrscheinlich dieselben Ursachen (Tauchbahnen).

¹⁵ *Naturwiss.* **14**, 1926.

¹⁶ *Phys. Zeit.* **28**, 221, 1927.

¹⁷ Vgl. Sambursky. *Zeit. f. Phys.* **49**, 731, 1928, und E. Fermi, *ebenda*, **59**, 680, 1930.

50. THE SPIN OF THE PHOTON

M. N. SAHA AND Y. BHARGAVA

(*Nature*, **128**, 817, 1931)

Recently a number of papers have appeared on the question as to whether the phenomena of polarisation of light can be explained by the assumption of a 'spin' of the photon.¹ Kastler and Frisch deduce from their experiments that the photon possesses no spin, and Kastler argues further that the phenomena of polarisation should be explained on statistical grounds. Raman and Bhagavantam, on the other hand, argue that the interesting results obtained by Bär and Hanle² on the reversal of the state of polarisation of Raman lines when observed in the direction of propagation of the primary beam can be explained only on the assumption that the photons possess spin. They seem to link circular polarisation definitely with a spin of the photon about the line of propagation.

The arguments of Frisch and Kastler are based upon the Sommerfeld-Rubinowicz explanation of the selection principle for the azimuthal quantum number (principle of conservation of angular momentum of atom plus photon), but applying the same principle, and the principle that the atom-magnet can orient itself in any direction making

certain definite quantised angles with the external field (as proved by Stern and Gerlach's experiment), it can be shown that the absorption of Zeeman components can never disappear with reversal of the field, but it will be modified on passing through two fields, whether parallel or antiparallel. Hence the experiments of Frisch or Kastler cannot be interpreted in the way supposed by them and show no light on the question of the spin. Secondly, and this is more important, a discussion of the Zeeman effect of the π -components of the D_1 line, assuming that the principle of conservation of angular momentum holds during radiation, shows that there may be photons without any 'spin' whatsoever, although they may show polarisation. It therefore seems unjustifiable to describe polarisation with the aid of a 'spin'. It appears that Bär and Hanle's results should be explained in some other way than that proposed by Raman and Bhagavantam.

A full discussion will appear later.

Physical Laboratory,
Allahabad, India,

Oct. 14

¹ Frisch, *Zeit. für Physik*, vol. 61, p. 626; Kastler, *Jour. de Physique*, May 1931; Raman and Bhagavantam, *Nature*, **128**, July 18, 1931.

² *Naturwiss.*, vol. 19, p. 463, 375; 1931.