

## Rydberg-Hundertjahr-Tagung (Rydberg Centennial Conference)

in Lund, 1.—5. Juli 1954

Die dem 100. Geburtstag *Rydbergs*, der in Anschluß an *Balmer* die nach ihm benannten Serienformeln für Atomspektren in der noch heute gebräuchlichen Form (*Rydberg-Konstante*) aufstellte und sich außerdem mit Fragen des Aufbaues des Periodensystems der Elemente beschäftigt hat, gewidmete Tagung fand in Lund, der Wirkungsstätte *Rydbergs*, statt. Rund 120 Teilnehmer hatten sich aus allen Teilen der Welt eingefunden. Den Vorsitz führte Dr. *W. F. Meggers*, Präsident der *Joint Commission for Spectroscopy*, die geschäftliche Leitung lag in den Händen von Prof. *B. Edén*. Am Abend nach den Vorträgen fanden an drei Tagen in Gegenwart der Tagungsteilnehmer Sitzungen der *Joint Commission for Spectroscopy* statt. Den Auftakt zur Tagung bildete eine Fahrt der Teilnehmer in die Totalitätszone der Sonnenfinsternis am 30. Juni, die aber infolge Bewölkung des Himmels leider nicht sichtbar war. Am Sonntag, den 4. Juli, wurde ein Ausflug nach der Insel Ven zur Besichtigung der Reste der Sternwarte *Tycho Brahes* unternommen.

Gegenstand der Vorträge bildeten die Würdigung der Verdienste *Rydbergs*, die Serien- und Hyperfeinspektroskopie sowie spektroskopische Methoden, astrophysikalische Anwendungen der Spektroskopie und einige andere Fragen.

### Aus dem Programm:

*N. BOHR*, Kopenhagen: *Rydbergs Entdeckung der Serienzeze*.

*W. PAULI*, Zürich: *Rydberg und das Periodische System*.

*Rydberg* ist einer der ersten gewesen, die sich um das tiefere Verständnis des Periodensystems der Elemente, insbes. um den Aufbau der Atome, bemüht haben. Er hat die Bedeutung der Ordnungszahl für den Atombau frühzeitig erkannt und quantitative Beziehungen zwischen dem Atomgewicht und der Ordnungszahl angegeben.

*W. FINKELNBURG*, Erlangen: *Spektroskopische und extrapolierte Ionisierungsspannungen von Atomen und Ionen*<sup>1)</sup>.

*C. C. KIESS*, Washington: *Analyse des zweiten Spektrums von Molybdän, Mo II*.

Als Material wurden in Gebieten von 6000 bis 2000 Å eigene Spektrogramme, von 2000 bis 1200 Å Spektralaufnahmen von *A. G. Shenstone* und *J. C. Boyce*, sowie Zeeman-Effekt-Beobachtungen von *G. R. Harrison* benutzt. Rund 4000 Linien wurden als Mo II-Linien tabelliert. Etwa 80 % dieser Linien sind als Kombinationen des Terms  $4d^5$  mit dem Term  $4d^4 5s$ , bzw.  $4d^4 5p$  klassifiziert worden. Da es im gegenwärtigen Stadium nicht gelungen ist, höhere Terme festzustellen, ist es nicht möglich, die Ionisierungsspannung abzuleiten. Jedoch ergibt sich aus der Analogie zu anderen Spektren für die Ionisierungsspannung des  $Mo^{+}$ -Ions ein Wert zwischen 16,5 und 17 eV.

*J. C. van den BOSCH*, Amsterdam: *Analyse des Bogen- und des ersten Funkenspektrums des Osmiums*.

Die von *Albertson* gegebene Analyse des Os-Bogenspektrums ist durch Heranziehung des Zeeman-Effektes bestätigt worden. Die Zeeman-Effekt-Aufnahmen sind bei einer Feldstärke von 85000 Gauß gewonnen worden. Außerdem wurden neue Aufnahmen ohne Feld gemacht. Mit Hilfe der neuen Messungen war es möglich, die Analyse auf 8 gerade und 50 ungerade Terme auszudehnen. Eine Trennung von Bogen- und Funkenlinien auf den Zeeman-Effekt-Aufnahmen wurde vorgenommen. Ein vorläufiges Schema mit 19 geraden und 17 ungeraden Termen wurde für das Os II-Spektrum aufgestellt.

*S. GLAD*, Lund: *Erweiterte Analyse und allgemeine Struktur des Fe III-Spektrums im Sichtbaren und nahen Infrarot*.

Unter Zuhilfenahme einer kondensierten Hohlkathodenentladung ist das Fe III-Spektrum untersucht worden. Über die früheren Ergebnisse von *Edén* und *Swings* hinausgehend wurden neue Konfigurationen  $3d^5 5s$ ,  $3d^5 6s$ ,  $3d^6 4d$ ,  $3d^6 5d$  und  $3d^6 5p$  entsprechende Terme bestimmt. Im Zusammenhang damit konnten gegen 100 von *Edén* und *Swings* im Vakuumgebiet zwischen 1400 und 1600 Å beobachtete diffuse Linien als  $3d^5 4p-3d^6 5s$  und

$3d^6 4p-3d^5 4d$  klassifiziert werden. Im langwelligen Teil des Spektrums sind die Multipletts  $5d^6, ^2D-5f^6, ^2F$ ,  $5f^6, ^2F-6g^6, ^2G$  und  $5g^6, ^2G-6h^6, ^2H$  gefunden worden.

*L. F. H. BOVEY*, Harwell: *Die Verwendung von Hollerith-Rechenmaschinen zur spektroskopischen Termanalyse*.

Die in Zusammenarbeit mit der Mathematics Division des National Physical Laboratory entwickelte Methode besteht in der Ermittlung der Vakuumwellenlängen aus den experimentell gemessenen Wellenlängen und Auffindung der Wellenzahlen. So dann werden alle möglichen Differenzen gebildet und in Gruppen sortiert. Die zusammengehörigen Linien sollen durch Sortieren automatisch gefunden werden.

*Sister M. BERNARDA*, *E. W. BURKE*, *C. R. BURNETT*, *R. H. HUGHES* und *J. E. MACK*, Madison: *Isotopieverschiebung in den Spektren der leichtesten Elemente*.

Entgegen den auf Grund theoretischer Überlegungen und in quantitativer Übereinstimmung mit bei He I vorliegenden Ergebnissen wurde bei Li I ein s-Termverschiebung festgestellt, die beinahe  $\frac{1}{2}$  der Verschiebung der p-Terme ausmacht und dieser entgegengesetzt gerichtet ist (2s: 0,038; 3s: 0,011; 4s: 0,003; 5s: 0,000 cm $^{-1}$ ). Bei den d-Termen liegt die beobachtete Verschiebung innerhalb der Meßgenauigkeit. Bei Li I und Be III sind die p-Term-Verschiebungen größer als die unter Zugrundelegung Wasserstoff-ähnlicher Eigenfunktionen berechneten. Verschiebungen sind auch bei weniger einfachen Elektronenkonfigurationen in den Spektren B II, B I, C II und C I beobachtet worden.

*H. G. KUHN*, *W. R. HINDMARSH* und *S. A. RAMSDEN*, Oxford: *Isotopieverschiebungen in den Spektren von Zinn und Cadmium*.

Unter Verwendung hochangereicherter Proben aller geraden Isotope wurden kleine Verschiebungen in der Funkenlinie 6454 Å des Zinns mit einer Genauigkeit unterhalb von 0,001 cm $^{-1}$  gemessen. Entsprechende Messungen wurden an der Hyperfeinstruktur der Funkenlinie 4416 Å des Cd für alle Isotope ausgeführt.

*E. RASMUSSEN*, Kopenhagen: *Isotopieverschiebungen von Krypton-Linien*.

Die den Krypton-Isotopen 82, 84 und 86 entsprechenden Verschiebungen von etwa 0,005 cm $^{-1}$  wurden mit 10 % Genauigkeit gemessen.

*J. BLAISE*, Bellevue: *Hyperfeinstruktur der Funkenlinien des Bleis und einer infraroten Linie des Quecksilbers*.

Für alle untersuchten Bleilinien im Bereich von 4019 bis 6059 Å sind die relativen Isotopieverschiebungen merklich konstant, und zwar: (204): -0,88; (206): 0; (207): 0,37; (208): 1. Die Messung an der Linie 15295 Å des Hg I ist die erste Hyperfeinstrukturmessung oberhalb 1 μ. Bei dieser Linie sind beispielsweise die Isotopen 200 und 202 entsprechenden Komponenten um 0,143 cm $^{-1}$  getrennt.

*H. CHANTREL*, Bellevue: *Bestimmung der Mengenverhältnisse der Isotope für Blei und Neodym und Messung des Kern-dipolmoments*.

Die Untersuchungen wurden mit einem registrierenden Fabry-Pérot-Interferometer ausgeführt. Für Blei ergab sich ein multiples Verhältnis der Isotopenmengen von 208: 207: 206: 204 = 52,35: 21,15: 25,15: 1,3, das von dem gewöhnlich angenommenen verschieden ist, jedoch mit dem massenspektroskopisch gefundenen gut übereinstimmt. Bei Neodym wurde die eventuelle Anreicherung in einem Ionenaustauscher geprüft; es wurde kein Effekt festgestellt. Die Untersuchung der Hg-Linien 4358, 4078 und 4047 Å ermöglichte die Ermittlung eines neuen Wertes für das Quadrupolmoment von  $^{201}\text{Hg}$ .

*P. F. A. KLINGENBERG*, Amsterdam: *Das Spektrum des neutralen Plutoniums und seine Hyperfeinstruktur*.

Das in einer Hohlkathode mit Argon-Füllung erzeugte Spektrum des Plutoniums wurde im Gebiet 2790—6490 Å spektrographisch untersucht. Etwa 2000 Pu-Linien wurden gemessen. Eine vorläufige Trennung starker Pu I und Pu II-Linien war möglich.

<sup>1)</sup> Vgl. diese Ztschr. 66, 607 [1954].

Etwa 70 % der Linien gehören zum Pu I-Spektrum. 75 der stärksten Linien zwischen 4020 und 6200 Å konnten in hoher Auflösung untersucht werden, wobei bei 30 Linien eine enge Doppelstruktur mit Aufspaltungen von 0,034 bis 0,181 cm<sup>-1</sup> festgestellt wurde. Da reines <sup>239</sup>Pu verwendet wurde, muß auf magnetische Hyperfeinstruktur geschlossen werden. Aus der Hyperfeinstruktur des Pu I folgt, daß <sup>239</sup>Pu ein Kernmoment  $I = \frac{1}{2}$  besitzt.

G. W. SERIES, Oxford: *Die Feinstruktur der Linie 4686 Å des He II.*

Die Untersuchung der Feinstruktur Wasserstoff-ähnlicher Spektren ist in den letzten Jahren durch die Entdeckung, daß Terme mit gleichen  $n$  und  $j$ , jedoch mit verschiedenem  $l$ , entgegen der Forderung der Diracschen Theorie nicht entartet sind, besonders wichtig geworden. — Zur Verminderung der *Doppler*-Verbreiterung wurde das mit geringer Stromstärke betriebene Entladungsrohr mit flüssigem Wasserstoff gekühlt. Es wurden zwei hintereinandergeschaltete Fabry-Pérot-Etalons benutzt. Während die Verschiebung des S-Terms mit dem von der Theorie geforderten Wert genau übereinstimmt, ist die festgestellte Verschiebung des  $4P_{\frac{1}{2}}$ -Terms  $0,011 \pm 0,003$  cm<sup>-1</sup> viel größer als die Theorie verlangt. Durch Annahme eines vorhandenen Stark-Effektes kann die Diskrepanz nur teilweise erklärt werden.

G. HERZBERG, Ottawa: *Die Verschiebung des 1S-Terms des H, He und He-ähnlicher Ionen.*

In Hinblick auf die Feststellung von *Lamb* und *Rutherford* mit Hilfe von Zentimeterwellen und die von *Bethe* gegebene theoretische Erklärung der Tatsache, daß der 2S-Term des Wasserstoffatoms tiefer liegt, als nach der bisherigen Theorie zu erwarten war, ist es wichtig, den gleichen Effekt am 1S-Term festzustellen und genau zu messen. Daher ist die Wellenlänge der  $L_{\alpha}$ -Linie mit höchster Präzision in der 5. Ordnung eines Gitters gemessen worden. Zur Erreichung der erforderlichen hohen Linienschärfe wurde die  $L_{\alpha}$ -Linie in Absorption photographiert, wobei der dem Kontinuum vorgelagerte atomare Wasserstoff aus einem seitlich angebrachten Entladungsrohr durch das Absorptionsrohr abgepumpt wurde. Die mit sehr großer Genauigkeit gemessene Wellenlänge stimmt mit der nach der neuen Theorie zu erwartenden nahezu, jedoch nicht vollständig überein. Das könnte darauf zurückzuführen sein, daß sich bei der großen Auflösung und Linienschärfe bereits die Feinstruktur der  $L_{\alpha}$ -Linie bemerkbar macht, wodurch die Einstellung auf die Mitte der Linie ungenau wird.

R. A. FISHER, Evanston: *Wellenlängenmessungen im Infrarot mit interferometrischer Eichung.*

Durch Vorschalten zweier Fabry-Pérot-Etalons vor das registrierende Infrarotspektrometer wurde am Rande der Registrieraufnahme ein System scharfer in konstantem Wellenzahlabstand voneinander liegender Maxima erzeugt, durch die die Abstände zwischen den als Wellenlängennormalen dienenden Linien unterteilt werden. Dadurch wird eine hohe Genauigkeit in der Wellenlängenbestimmung erreicht. Mit Hilfe dieser Methode wurden im nahen Infrarot Messungen an Jod, Caesium und Rubidium ausgeführt.

G. V. DEVERALL, K. W. MEISSNER und G. J. ZISSIS, Lafayette: *Interferometrische Wellenlängenmessungen höchster Präzision an Atomstrahllichtquellen.*

Die Untersuchung der Isotopieverschiebung bei Germanium machte es notwendig, einen Atomstrahl und ein Fabry-Pérot-Interferometer mit sehr großem Plattenabstand bis zu 173 mm zu verwenden. Aus der Breite der Linien und den Daten des Atomstrahles und des Interferometers ergibt sich ein Abstand zwischen zwei benachbarten, verschiedenen Isotopen entsprechenden Linien von weniger als 0,005 cm<sup>-1</sup>. Die große Schärfe der Germanium-Linien ermöglichte eine Wellenlängenbestimmung für acht Linien, die von Übergängen zwischen den tiefsten geraden und ungeraden Energieniveaus herrühren, mit einer Genauigkeit innerhalb von  $\pm 0,00004$  Å.

F. A. JENKINS, Berkeley: *Anwendungen mehrschichtiger Filme in der Interferenzspektroskopie.*

Das hohe mit geringer Absorption verbundene Reflexionsvermögen mehrfacher Zinksulfid- und Cryolit- $\frac{\lambda}{4}$ -Schichten auf Fabry-Pérot-Platten ergibt ein höheres Auflösungsvermögen, als jemals bisher erreicht worden ist. Mit Hilfe dieses Interferometers, beladen mit der Breite der Linie 5577 Å des Nachthimmellichtes durch Vergleich mit der grünen Linie einer <sup>198</sup>Hg-Lampe untersucht. Die Breite der Linie 5577 Å ist merklich größer, und

vorläufige Ergebnisse zeigen, daß ihre Dopplerbreite der Temperatur des emittierenden Gebiets entspricht. Als eine weitere Anwendung wurde versucht, das Quadrupolmoment des Niob nachzuweisen; nach den bisher erhaltenen Ergebnissen scheint die Intervallregel sehr genau befolgt zu sein.

P. JACQUINOT, Bellevue: *Ein registrierendes Fabry-Pérot-Interferometer.*

Ein Fabry-Pérot-Etalon und ein Vorzerleger mit breitem Spalt werden kombiniert; zur endgültigen Ausblendung wird ein ringförmiger Spalt benutzt. Die Verschiebung der Ringe relativ zu diesem Spalt zur Ermöglichung der Registrierung wird entweder durch periodische Luftdruckänderung zwischen den Interferometerplatten oder durch Hin- und Herschieben einer der Interferometerplatten erreicht. Abgesehen vom hohen Auflösungsvermögen ist der Apparat mehrmals lichtstärker als ein Prismen- oder Gitterapparat. Die Anwendung in allen Spektralbereichen einschließlich des Infrarots ist vielversprechend.

J. R. McNALLY jr., Oak Ridge: *Hochauflösende Spektroskopie im Oak Ridge National Laboratory.*

Durch Untersuchung der Hyperfeinstruktur von <sup>233</sup>U und <sup>235</sup>U sind für den Kernspin die Werte 5/2 und 7/2 gefunden worden. Letzterer Wert für <sup>235</sup>U stellt eine Verbesserung des alten Wertes 5/2 dar. — Der Zeeman-Effekt von Plutonium wurde mit einer Auflösung von 0,05 g-Einheiten untersucht. Die Identifizierung des  $5f^6 7s$ -Terms von Pu II auf Grund des Zeeman-Effektes ist gelungen.

Untersuchungen der Isotopieverschiebung mit Hilfe des großen Oak-Ridge-Massenspektrographen haben den hohen Wert großen Auflösungsvermögens erwiesen.

F. ZERNIKE, Groningen: *Stigmatische Konkavgitter.*

Durch Rechnung (Methode der charakteristischen Hamilton-Funktion) wird gezeigt, daß der Astigmatismus von Konkavgittern beseitigt werden kann, wenn man den Furchen eine gekrümmte Form an Stelle der üblichen geraden gibt. Gitter mit gekrümmten Furchen dürften auch technisch einfacher herzustellen sein.

E. HYLTÉN, Stockholm: *Beugungsgitter in Immersion.*

Eine Überlegung zeigt, daß durch Vorlagerung einer zwischen der Gitteroberfläche eines Plangitters und einer Deckplatte befindlichen Flüssigkeitsschicht mit hohem Brechungsindex die Auflösung und die Dispersion wesentlich gesteigert werden können. Durch Aufnahmen der Hg-Hyperfeinstruktur wird das bestätigt.

N. ASTOIN und B. VODAR, Bellevue: *Einige charakteristische spektrale Eigenschaften eines auf Kohle gleitenden Funkens als Lichtquelle für das ferne Ultraviolett.*

Eine aus zwei an der Oberfläche eines Kohlestabes befestigten Elektroden bestehende Funkenstrecke wird in einem Vakuum von  $10^{-4}$  mm Hg verwendet. Es konnte ein 5 mm langer Elektrodenabstand bei der mäßigen Spannung von 10 kV erzielt werden. Der Hauptvorteil ist gleichmäßiges Funktionieren ohne erforderliche Überwachung. Die Lichtquelle ist zwischen 100 und 1200 Å verwendet worden, wobei sich zeigte, daß das Spektrum dem des klassischen Vakuumfunkens von Millikan im wesentlichen analog ist.

K. BOCKASTEN, Lund: *Eine Untersuchung des C III-Spektrums mit Hilfe des gleitenden Funkens im Vakuum.*

Es hat sich gezeigt, daß der Gleitfunkens nach einigen Änderungen intensive Spektren mit hoher Linienschärfe liefern kann. Im C III-Spektrum wurden gegen 180 Linien von 1922 bis 9717 Å, davon etwa 1/3, erstmalig, gemessen. Die ziemlich vollständigen Termatafel von Edlén konnten durch neue Terme ergänzt werden. Frühere Termwerte wurden korrigiert. — Ziel der Untersuchung war es, Wellenlängendaten zur Deutung von Sternspektren zu erhalten.

L. MINNHAGEN, Lund: *Die pulsierende elektrodenlose Hochfrequenzentladung als spektroskopische Lichtquelle.*

Es wurde gezeigt, daß hohe Frequenz für die Erhöhung der Intensität der Bogenlinien und Erzeugung von Funkenlinien sehr günstig ist. Außerdem ist für das Auftreten der Funkenpektren hohe Energie erforderlich. Letztere Forderung kann unter Schonung der Röhren durch Pulsation der Entladung erfüllt werden. Bei einer Anordnung, deren Frequenz  $9 \cdot 10^6$  Hertz beträgt, erscheinen bei kontinuierlichem Betrieb das A I- und das A II-Spektrum. Bei pulsierender Anregung ist A II wesentlich verstärkt, und es erscheint das A III-Spektrum.

**H. MAECKER, Erlangen: Messung von Übergangswahrscheinlichkeiten in rotationsstabilisierten Lichtbögen.**

Übergangswahrscheinlichkeiten können aus der absoluten Intensität von Spektrallinien bestimmt werden, die ein rotationsstabilisierter Lichtbogen aussendet, weil letzterer eine axial-symmetrische Lichtquelle darstellt, bei der die achsennahen Gebiete eine homogene Intensitätsverteilung aufweisen. Ein Bogen dieser Art kann sowohl für gasförmige, als auch für flüssige und auch für feste Substanzen verwendet werden. Die erforderliche Kenntnis der Teilchenkonzentration ergibt sich aus der chemischen Zusammensetzung der betreffenden Substanz, dem Atmosphärendruck und der Temperatur im Bogen, die aus dem Spektrum eines Zusatzelements entnommen werden kann.

**W. R. S. GARTON, London: Absorptionsspektren im Vakuumultraviolet und Autoionisationserscheinungen.**

Mit Hilfe von King-Öfen als Lichtquelle wurden für eine Anzahl Elemente „Beutler-Spektren“ aufgenommen. Die Ergebnisse an Ga, In, Sn, Cu und Ag wurden mitgeteilt. In allen Fällen zeigen die Linien im Schumann-Gebiet Autoionisationserscheinungen. Die von Beutler für einige Linien vorausgesagte hohe Oszillatorenstärke ist auch in anderen Fällen bestätigt worden. Linienkonturen stark verbreiterter Linien zur Bestimmung der Autoionisationswahrscheinlichkeit und der f-Werte sollen aufgenommen werden.

**A. KASTLER, Paris: Orientierung von Atomen durch optische Verfahren und ihre Anwendung.**

Die Atome eines Na-Atomstrahles werden bei Anwesenheit eines parallel zum Atomstrahl verlaufenden Magnetfeldes durch zirkular polarisiertes Licht der D-Linien bestrahlt. Die Bestrahlung verursacht eine Anregung der Atome in bestimmten magnetischen Unteriveaus der Hyperfeinstruktur des Grundzustandes  $^2S_{1/2}$ . Diese Orientierung wird durch nachfolgende Bestrahlung der nunmehr an einer anderen Stelle des Atomstrahles befindlichen Atome mit linear polarisiertem Licht und Vergleich der relativen Intensitäten der rechts und der links polarisierten Komponenten der emittierten Resonanzstrahlung nachgewiesen. — In einem schwachen radiofrequenten Felde wurden die vier zu erwartenden Resonanzen beobachtet. Eine Vergrößerung der Amplitude hatte das Auftreten scharfer Resonanzen zur Folge, die auf gleichzeitige Wechselwirkung des Atoms mit mehreren Strahlungsquanten zurückzuführen sind. — Die vorgetragenen Ergebnisse sind von J. Brossel, J. Winter und B. Cagnac erzielt worden.

**J. BROSSEL und J. E. BLAMONT, Paris: Der Starkeffekt des  $6^3P$ -Niveaus des Quecksilberatoms.**

Die durch Einstrahlung der Linie 2537 Å erzeugte polarisierte Resonanzstrahlung wird durch ein hochfrequentes Magnetfeld beeinflußt. Wenn außerdem ein konstantes Magnetfeld von 52 Gauß angelegt ist, weist die Resonanzkurve bei geraden Isotopen ein einziges Maximum auf. Ist gleichzeitig noch ein elektrisches Feld von mehreren Zehntausend Volt/cm vorhanden, so wird

dieses Maximum in zwei Maxima aufgespalten. Der Abstand der Maxima entspricht einer Aufspaltung von der Größenordnung 3,5 Megahertz für ein Feld von 60000 Volt/cm. — Die Untersuchung des Starkeffektes bei ungeraden Isotopen ist noch im Gange.

**J. RUBIN, R. BERGEON und B. VODAR, Bellevue: Beeinflussung der Resonanzlinien von Alkalimetallen durch Gase unter hohem Druck.**

Die experimentelle Untersuchung ist besonders in Hinblick auf die Linierverschiebung an Na, K, Rb, sowie auch an Hg und Xe in den Gasen H<sub>2</sub>, He, A und N<sub>2</sub> bis zu Drucken von 1450 atm ausgeführt worden. Gewöhnlich verläuft die Druckverbreiterung in Richtung niederer Frequenzen, es sind aber auch Verschiebungen in entgegengesetztem Sinne, sowie auch Umkehrungen der Richtung der Verschiebung beobachtet worden. Während frühere Theorien gar keine Rechenschaft über die beobachteten Erscheinungen geben konnten, werden die Ergebnisse durch eine in Anschluß an Lennard-Jones entwickelte Theorie einschließlich der Umkehrung des Sinnes der Verschiebung in großen Zügen wiedergegeben. Verschiedentlich sind „Satelliten“ beobachtet worden, deren Intensität bei hohen Drucken zuweilen sehr groß ist.

**A. VASSY, Paris: Untersuchung der zeitlichen Entwicklung der Emissionsspektren von Funken großer Länge.**

Die Existenz von 3 Phasen der Lichtemission wird nachgewiesen. Die Spektren aller 3 Phasen enthalten Atomlinien hoher Anregungsstufen. — Die eigentliche Entladung ist sehr kurz und beträgt etwa 1  $\mu$ s; die vorangehende Phase beginnt ungefähr 20  $\mu$ s vorher; die Dauer des Nachleuchtens, das sehr viel reicher an Stickstoff- und anderen Banden ist und eine viel größere räumliche Ausdehnung als der Kanal der Hauptentladung hat, kann bis zu 30  $\mu$ s betragen.

**E. FINLEY-FREUNDLICH, St. Andrews: Die allgemeine Rotverschiebung von Spektrallinien in den Spektren von Himmelskörpern.**

Die bisher gemessenen Größen der Verschiebungen können auf Grund der Theorie von Einstein nicht erklärt werden. Es wird daher zur Deutung der Verschiebungen ein neuer Effekt herangezogen, der in Verminderung der Frequenz bei Wechselwirkung von Lichtquanten mit anderen auf dem Wege angetroffenen Lichtquanten besteht. Auch die der Entfernung proportionale Rotverschiebung in den Spektren der Spiralnebel wird auf diesen Effekt zurückgeführt, wozu eine Annahme der Temperatur des interstellaren Raumes von 1,8 °K erforderlich ist.

In den Sitzungen der *Joint Commission for Spektroskopie* wurden die Frage der Verwendung der Bezeichnung „Kaiser“ für die Wellenzahlseinheit ( $\text{cm}^{-1}$ ) und von  $\sigma$  statt des bisher verwendeten  $\nu$  für  $\frac{1}{\lambda}$ , einige andere Fragen der Bezeichnungen in Atom- und Molekelspektren, der Plan für einen Atlas spektroskopischen Daten und der Austausch von Forschungsproblemen beraten.

—K. [VB 592]

## Halbleitertagung in Amsterdam

vom 29. Juni bis 3. Juli 1954

**B. LAX, Cambridge, Mass.: Anisotropie der Cyclotronresonanz in Germanium.**

Bei der Cyclotronresonanz befindet sich ein Halbleiter in einem hochfrequenten elektrischen und dazu senkrechten konstanten Magnetfeld. Im Resonanzfalle gilt für die scheinbare Masse  $m^*$  der Ladungsträger folgende Beziehung:  $\omega = eB/m^*$  ( $\omega$  = Frequenz des elektrischen Feldes,  $B$  = magnetische Induktion und  $e$  = Elementarladung). Man erhält im allgemeinen für jede Richtung des magnetischen Feldes im Kristallgitter mehrere Werte für die scheinbare Masse, für Elektronen im n-Ge und Defektelektronen im p-Ge. Da nun die scheinbare Masse umgekehrt proportional der 2. Ableitung der Energie nach der Wellenzahl ist, kann man aus den Messungen der scheinbaren Massen auf die Bandstruktur schließen. Sowohl Cyclotronresonanz als auch magnetische Widerstandsänderung zeigen, daß die Energieflächen im n-Ge am Grunde des Leitfähigkeitsbandes verlängerte rotationssymmetrische Sphäroide parallel zur  $\langle 111 \rangle$ -Richtung im k-Raum sind. Sie sind sehr anisotrop mit einem Massenverhältnis etwa 1:15:  $m_1 = 1,3 m_0$ ,  $m_2 = 0,08 m_0$ .  $m_0$  = Masse des freien Elektrons. Im p-Ge lassen 2 isotrope Linien mit 0,04  $m_0$  und 0,3  $m_0$  vermuten, daß die Bandkante in der Mitte der Brillouin-Zone liegt. Theoretische Kurven der effektiven Masse in Abhängigkeit von der Kristallorientierung in der (110)-Ebene stimmen mit den experimentellen Daten überein. Das gleiche gilt für die Form der Spektrallinien.

Für n-Si finden Kip und Lax 0,2  $m_0$  für die longitudinale und 0,8  $m_0$  für die transversale Masse. Die Energieflächen in n-Si sind rotationssymmetrische verlängerte Sphäroide längs der  $\langle 100 \rangle$ -Richtung im k-Raum.

**G. L. PEARSON, Murray Hill, N.J.: Elektronen-Spinresonanz in n-Si.**

Die Elektronen-Spinresonanz wurde in n-leitendem Si bei 4 °K gemessen. Es handelt sich dabei um ein Phänomen analog der Kernresonanz, die zur Messung des gyromagnetischen Verhältnisses, d. h. des Verhältnisses von magnetischem Dipolmoment zu Spin, bei Atomkernen dient. Bei Störstellenkonzentrationen kleiner  $10^{18}/\text{cm}^3$  wurden in Si mehrere äquidistante Linien erhalten, und zwar für p-dotiertes Si 2, für As-dotiertes 4 und für Sb-dotiertes Si 6 bzw. 8. Diese Aufspaltung röhrt davon her, daß das Feld des magnetischen Dipols des Atomrumpfes sich dem äußeren konstanten Magnetfeld überlagert. P hat den Spin 1/2, As 3/2 und Sb 5/2 bzw. 7/2. Die Anteile der beiden Sb-Isotope sind 56 % bzw. 44 %. Entsprechend verhalten sich die Intensitäten der Absorptionslinien. Bei Konzentrationen, die größer als  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  sind, erhält man nur noch eine Linie, die der Absorption durch freie Elektronen entspricht und nach Portis durch Leitfähigkeitselektronen hervorgerufen wird. Die Breite der Resonanzlinien wird außerdem durch die Wechselwirkung mit  $^{29}\text{Si}$  (5 %) beeinflußt.