

13. Deutscher Physiker- und Mathematikertag

in Bad Kreuznach an der Nahe von Sonntag, den 19., bis Freitag, den 24. September 1937.

Allgemeine Eröffnungssitzung am Montag, dem 20. September, um 9 Uhr.

Die Tagung wurde eröffnet mit einer Begrüßungsansprache des Vorsitzenden der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Geh. Rat Prof. Dr. J. Zenneck, in deren weiterem Verlauf die Wahl der beiden Hauptthemen dieses Physikertages im einzelnen begründet wird. Prof. Zenneck weist auf die technische Bedeutung des ersten Hauptthemas (Physikalische Meß- und Regelverfahren der Technik) hin unter besonderer Berücksichtigung der Aufgaben, die der Vierjahresplan der Wissenschaft und Technik gestellt hat. Demgegenüber ist das zweite Hauptthema (Kernphysik) heute noch reinste Wissenschaft und könnte vielleicht von manchem abgelehnt werden, der überall sofort technische Erfolge sehen will. Eine solche Einstellung wäre aber sehr kurzsichtig, da jeder Einblick in die Naturkräfte wichtig ist und weil „die Wissenschaft von heute die Technik von morgen“ ist.

In einer zweiten Ansprache tritt Staatsrat Prof. Dr. Esau für eine engere Zusammenarbeit zwischen Mathematik und Physik ein.

Die dann beginnenden Vorträge über das erste Hauptthema: „Physikalische Meß- und Regelverfahren der Technik“ füllten die Vor- und Nachmittagssitzung des Montags aus. Sie werden an dieser Stelle nicht referiert, da sie in der „Chemischen Fabrik“ ausführlich wiedergegeben sind*).

Die Vorträge am Dienstag, dem 21. September, behandelten verschiedene Fragen technisch-physikalischen Inhalts (Hochfrequenz, Eigenschaften dünner Schichten, Halbleiterwiderstände, Ballistik, Akustik, Gasentladungen); in diesem speziellen Zusammenhang sind von ihnen die folgenden von Interesse:

M. Auwärter, Hanau: „Bemerkungen über die optischen Konstanten des Rhodiums.“

Nach verschiedenen Herstellungsverfahren angefertigte Rhodiumspiegel werden zusammen mit gebräuchlichen Silber-, Platin- und Goldspiegeln auf die optischen Konstanten hin durchgemessen. Besonders berücksichtigt werden dabei das Reflexionsvermögen und die Durchlässigkeit dünner Schichten. Hierbei ergibt sich eine überraschende Konstanz des Reflexionsvermögens von Rhodium von 2500 Å bis in das ultrarote Gebiet. Ebenso gleichmäßige Daten werden für die verschiedensten Durchlässigkeiten im ganzen sichtbaren Gebiet gefunden. Besonders hervorzuheben ist die außerordentlich große Haftfestigkeit und Härte der Rhodiumschichten gegenüber den bekannten anderen Spiegelbelegungen. Infolge der hohen mechanischen und chemischen Beständigkeit eignen sich dünne Rhodiumschichten besonders zum Bau von hochwertigen optischen Geräten bei der Verwendung als Spiegel und Graufilter.

H. Neldel, Berlin: „Ein regelbarer Hochohmwiderstand ohne gleitenden Stromabnehmer.“

Es wird ein regelbarer Hochohmwiderstand beschrieben, bestehend aus einem Halbleiterkörper mit hohem negativen Temperaturkoeffizienten und einem elektrisch davon getrennten Heizkörper. Die Widerstandsänderung wird willkürlich durch Änderung der Heizleistung hervorgerufen.

E. Weise, Berlin: „Einige Beispiele für Brückenschaltungen mit Halbleiterwiderständen.“

Es wird über die Verwendbarkeit von Halbleiter-Widerstandsthermometern bei Temperaturmessungen, Halbleiter-Brückenschaltungen zur Erzeugung konstanter Spannungen und Halbleiter-Widerständen zur Druckmessung mit Pirani-Manometern berichtet.

Sitzung am Donnerstag, dem 23. September 1937.

II. Hauptthema: Kernphysik.

(Leiter: W. Bothe u. W. Heisenberg.)

R. Fleischmann, Heidelberg: „Neuere Ergebnisse der experimentellen Kernforschung.“ (Zusammenfassender Bericht.)

Die Fortschritte der experimentellen Kernforschung werden nach drei Richtungen hin behandelt: a) Verbesserung der Versuchstechnik, b) neue Typen von Kernumwandlungen, c) langsame Neutronen.

*) S. Chem. Fabrik 11, 31 [1938].

Ursprünglich wurden Kernumwandlungen mit Hilfe von α -Strahlen durchgeführt, jetzt werden dazu hauptsächlich Protonen und Deutonen großer Energie sowie Neutronen benutzt. Für die Erzeugung von energiereichen Protonen- und Deutonenstrahlen haben sich zwei Verfahren als besonders aussichtsreich erwiesen, einerseits die mit hoher Gleichspannung betriebenen Kanalstrahlröhren, andererseits die Vielfachbeschleuniger mit spiralförmigen Teilchenbahnen (Cyclotron)¹⁾. Hohe Gleichspannungen werden am einfachsten nach dem Prinzip von Van de Graaff²⁾ erzeugt. Erreicht wurden bisher:

Kanalstrahlrohr mit Van de Graaff-Generator:

Protonen von $1 \cdot 10^6$ eV mit $50 \cdot 10^{-6}$ A

Cyclotron: Protonen von $11 \cdot 10^6$ eV mit $5 \cdot 10^{-6}$ A
 α -Strahlen von $6 \cdot 10^6$ eV mit $0,1 \cdot 10^{-6}$ A

Bei diesem Vergleich erscheint das Cyclotron ungünstiger wegen der kleineren Ströme. Die Leistung eines Cyclotrons ist aber in Wirklichkeit ganz bedeutend, denn eine Stromstärke von $1 \cdot 10^{-6}$ A entspricht der Stärke eines Radiumpräparates von 90 g; Vortr. bedauert daher sehr, daß noch keine einzige solche Anordnung im Deutschen Reich existiert. Das Prinzip des Cyclotrons und des Van de Graaff-Generators werden auseinandergesetzt und Bilder von in Gebrauch befindlichen Anordnungen gezeigt.

Ganz besonders große Fortschritte sind aber in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Neutronenerzeugung zu verzeichnen. Während 1932 etwa 5 Aufnahmen gemacht werden mußten, um zufällig einmal ein Neutron auf einer Aufnahme zu erhalten, zeigen neuere Aufnahmen mit geeigneten Anordnungen jedesmal große Mengen von Neutronen, kenntlich an den Bahnen kurzer Reichweite der irgendwo mitten in der Nebelkammer entstehenden Atomtrümmer³⁾. Der Vergleich dieser Neutronenquellen mit Radium in Verbindung mit Beryllium als Neutronenquelle zeigt besonders eindringlich den erzielten Fortschritt: um eine der vom Vortr. gezeigten Cyclotron-Aufnahmen³⁾ mit Radium bei gleicher Neutronenintensität zu erhalten, hätte man einen Doppelzentner Radium mit Beryllium mischen müssen (Reaktion: $\text{Be}^8(\alpha, n) \text{C}^{12}$). Große Ausbeuten ergeben sich auch bei der Erzeugung von γ -Strahlen.

Unsere Kenntnis der Kernumwandlungsprozesse wurde einerseits durch weitere Erforschung schon bekannter Umwandlungen und andererseits durch die Auffindung neuer Typen von Kernumwandlungen erweitert. Die Anregungsfunktionen von (d,p)-Prozessen folgen einer Gammafunktion. Charakteristische Resonanzstufen in den Anregungsfunktionen wurden bei verschiedensten Arten von Kernprozessen festgestellt, d. h., der Anstieg der Anregungsfunktion erfolgt hier in einem besonders kleinen Energieintervall der anregenden Teilchen (scharfe Anregungsstufen). Diese Prozesse lassen sich unter Bildung eines Zwischenkerns erklären: nach dem Einfangen des Protons entsteht ein angeregter Kern, der dann unter Abgabe eines γ -Quants oder eines Teilchens in den stabilen Zustand übergeht; als Beispiel für diesen Prozeß sei hier genannt $\text{B}^{11} + \text{H}^1 = \text{C}^{12}$. Es wurde ferner eine ganze Reihe von neuen Umwandlungsprozessen gefunden, z. B. die Typen: $\text{X}^A(n, 2n) \text{X}^{A-1}$ ⁴⁾, d. h. nach Eintritt eines schnellen Neutrons in den Kern treten 2 langsame Neutronen aus; das Endprodukt ist häufig ein radioaktiver Kern (gekennzeichnet durch einen Stern), dessen Masse um 1 kleiner ist als die des Ausgangskerns. Ein anderer neuer Umwandlungstyp ist $\text{X}^A(\gamma, n) \text{X}^{A-1}$; Bothe u. Gentner erkannten diesen Umwandlungstyp als Allgemeinerscheinung und haben nach diesem Vorgang radioaktive Materialien hergestellt⁵⁾. Auch der letzgenannte Prozeß führt zum Ausgangsstoff zurück, wobei aber die Kernmasse um 1 vermindert ist (radioaktives Isotop). Zum Abschluß dieses

¹⁾ Ausführliche Beschreibung und Photographie eines Cyclotrons bei Lawrence u. Cooksey, Physic. Rev. 50, 1131 [1936].

²⁾ Vgl. z. B. Van Atta, Van de Graaff u. a., ebenda 49, 761 [1936].

³⁾ Z. B. Lawrence u. Cooksey, a. a. O., Abb. 7.

⁴⁾ Hahn u. Meitner, Naturwiss. 24, 158 [1936].

⁵⁾ Kurze Mitteilung vgl. Naturwiss. 25, 126 [1937].

Abschnitts gibt der Vortr. in einem Bild eine Übersicht über alle bisher bekannten Umwandlungsprozesse.

Fermi und Mitarb.⁶⁾ entdeckten die Tatsache, daß verschiedene Elemente erheblich stärker radioaktiv werden, wenn man eine Paraffinschicht in den Strahlengang schaltet, und erkannten sofort die Wichtigkeit der dabei entstehenden langsamen Neutronen für die Kernumwandlung. Die Herstellung langsamer Neutronen und ihre Eigenschaften sind inzwischen weitgehend erforscht. Läßt man schnelle Neutronen, wie sie bei vielen Stoßprozessen entstehen, auf Paraffin fallen, so verlieren sie sehr bald durch viele elastische Stöße mit den Protonen des Paraffins ihre gesamte Energie. Die entstehenden langsamen Neutronen haben größtenteils sehr kleine Energien, ihre Energieverteilung bildet ein breites Spektrum. Die Geschwindigkeit dieser thermischen Neutronen läßt sich direkt mit Hilfe zweier schnell sich drehender Lochscheiben bestimmen, ähnlich wie man die Lichtgeschwindigkeit bestimmt; die Geschwindigkeit der langsamen Neutronen, die etwas größere Energie haben, läßt sich dagegen nur indirekt messen, indem man die Wahrscheinlichkeit untersucht, mit der diese Teilchen mit B reagieren [$B(n, \alpha)$ -Prozesse]. Diese Wahrscheinlichkeit ist bei nicht zu großen Geschwindigkeiten nämlich ungekehrt proportional zur Geschwindigkeit. Die wichtigste Eigenschaft der langsamen Neutronen gegenüber den schnellen ist ihre starke Absorbierbarkeit. Während schnelle Neutronen durch mehrere Zentimeter Blei wenig geschwächt hindurchgehen, werden langsame Neutronen bei bestimmten Energien von bestimmten Materialien schon durch eine Schicht von der Dicke eines Blatts Papier vollständig absorbiert. Der Wirkungsquerschnitt mancher Elemente gegenüber langsamen Neutronen ist nämlich etwa 10^4 mal größer als gegenüber schnellen Neutronen, d. h. ungefähr so groß wie gegenüber α -Teilchen. Speziell das Paraffin hat die schon oben erwähnte wichtige Eigenschaft, schnelle Neutronen ohne wesentliche Absorption durch allmähliche Energieaufzehrung in langsame Neutronen umzuwandeln. Es stellt sich schließlich ein thermisches Gleichgewicht zwischen den Paraffinmolekülen und den Neutronen ein („thermische Neutronen“). Diese Einstellung des thermischen Gleichgewichts bewirkt, daß man durch Änderung der Temperatur des Paraffins die mittlere Neutronenenergie ändern kann. Da aber in diesem Gebiet die Wahrscheinlichkeit von Kernprozessen merklich von der Neutronenenergie abhängt, ergibt sich auf diesem Wege zum erstenmal eine Beeinflußbarkeit der Wahrscheinlichkeit von Kernprozessen durch Temperaturänderung. Das oben angegebene Verhalten des Paraffins gegenüber schnellen Neutronen bedingt ferner, daß sich langsame Neutronen in einem Paraffinblock anreichern; man kann daher einen Paraffinblock als einen mit Neutronengas erfüllten Raum mit undichten Wänden bezeichnen.

Besonders wichtig sind die Vorgänge, bei denen Neutronen bestimmter Energie selektiv absorbiert werden. Dabei ergab sich ein Zusammenhang zwischen dem Wirkungsquerschnitt und der Resonanzenergie⁷⁾, der im Bild gezeigt wird. Trägt man ferner den Wirkungsquerschnitt als Funktion der Ordnungszahl auf, so ergibt sich ein deutliches Maximum für Ordnungszahlen von 55—60, also für die seltenen Erden.

Vortr. behandelt dann die Energiebilanz beim Eintritt eines Neutrons in den Kern, bei dem die Bindungsenergie frei wird. Trägt man letztere als Funktion der Ordnungszahlen auf, so ergibt sich ein Maximum bei der Ordnungszahl 25. Die Bindungsenergie wird aber nicht als einzelnes Quant ausgesandt, sondern verteilt sich auf mehrere Quanten. Gesichtspunkte für eine Deutung dieser Erscheinungen hat N. Bohr mit seiner Hypothese angegeben, daß die Lebensdauer und die Anregungsenergie miteinander im Zusammenhang stehen sollen.

Zum Schluß weist Vortr. noch auf zwei wichtige Einzelsachen hin: die beiden radioaktiven Br^{80} , einerseits aus Br^{81} und andererseits aus Br^{79} durch Kernumwandlung erzeugt, haben nicht die gleichen Eigenschaften, ihre Radioaktivität klingt nämlich mit verschiedener Schnelligkeit ab. Es liegt hier also der Fall vor, daß zwei Elemente von gleichem Atomgewicht und gleicher Ordnungszahl sich unterscheiden

⁶⁾ Fermi u. Mitarb., Proc. Roy. Soc., London, Ser. A. **146**, 483 [1934].

⁷⁾ Vgl. Fleischmann u. Bothe in Ergeb. d. exakt. Naturwiss. Bd. 16, S. 28 ff. Verlag Springer, Berlin 1937.

lassen (isomere Kerne⁸⁾). Der zweite Punkt betrifft den künstlichen Kernaufbau über den schwersten bis dahin bekannten Urantern hinaus. Hahn, Meitner u. Straßmann⁹⁾ gelang es, „Trans-Urane“ bis zur Ordnungszahl 97 aufzubauen. Die Eigenschaften dieser Trans-Urane weisen darauf hin, daß an dieser Stelle des Periodischen Systems der Schalenaufbau anders vor sich geht als an der Stelle der seltenen Erden.

H. Geiger, Berlin-Charlottenburg: „Entstehung und Natur der kosmischen Strahlenschauer¹⁰⁾.“ (Zusammenfassender Bericht.)

Die Schauer sind bekanntlich eine Begleiterscheinung der Höhenstrahlung, bei der gleichzeitig viele Teilchen in einem verhältnismäßig kleinen Bereich entstehen. Sie werden dadurch nachgewiesen, daß mehrere, örtlich voneinander getrennte Zähler gleichzeitig ansprechen (Koinzidenzen). Vortr. stellt zunächst kurz das zusammen, was bisher über die Natur dieser Schauer experimentell ermittelt worden ist. Stellt man die Zählrohre unter eine Bleiplatte, deren Dicke immer größer gemacht wird, so durchläuft die Zahl der Schauer als Funktion der Bleiplattendicke ein Maximum („Rossi-Kurve“¹¹⁾). Die mittlere Zahl der Einzelteilchen im Schauer beträgt etwa 8. Die Divergenz der Einzelteilchen eines Schauers läßt sich aus Nebelkammeraufnahmen bestimmen. Absorptionsmessungen haben gezeigt, daß die Teilchen größter Energie in der Mitte des Schauers liegen (Geradeausrichtung). Es handelt sich bei den zum Schauer gehörigen Teilchen um Elektronen von 10^7 — 10^9 eV, es kommen aber auch sehr weiche Strahlen (bis zu weniger als 10^6 eV) vor; außerdem gehören aber solchen Schauern sicher auch viele Photonen an, auf die auch die Ergebnisse der Messung des Reststrahleffektes von Fünfer¹²⁾ hinwiesen. Zur Erklärung der Fünferschen Versuche müßten jedem mittleren Schauer 200—300 Photonen zugeschrieben werden. Absorptionsmessungen an Schauern bereiten Schwierigkeiten, da in den absorbierenden Schichten meist noch neue Schauer entstehen; sie lassen sich jedoch nach einer Anordnung von Zeiller¹³⁾ durchführen. Diese Absorptionskurven fallen mit zunehmender Dicke der Bleischicht zunächst schnell, dann langsamer ab. Das mittlere Durchdringungsvermögen der Schauerteilchen liegt bei etwa 2—2,5 cm Blei. Unter den Schauern treten zuweilen besondere große Schauer auf. Über diese großen Schauer, die vielfach mit den sogenannten Hoffmannschen Stößen identifiziert werden, ist noch wenig Zahlenmaterial bekannt, da es sich bei ihnen um relativ seltene Ereignisse handelt (ein großer Schauer/Std. bei Zählrohren üblicher Größe). Ob die Hoffmannschen Stöße sich von den gewöhnlichen Schauern nur durch die Zahl der zum Schauer gehörigen Einzelteilchen unterscheiden, oder ob es sich um prinzipielle Unterschiede handelt, läßt Vortr. noch dahingestellt. Die Angaben über die absolute Größe der Absorption der großen Schauer gehen bei den einzelnen Autoren auseinander, in dem Verlauf der Absorptionskurve haben sich bisher keine prinzipiellen Unterschiede gegen die gewöhnlichen Schauer ergeben.

Zur Entstehung solcher Schauer läßt sich bereits einiges sagen. Die Strahlung, die die Schauer auslöst, ist zweifellos nicht direkt die kosmische Primärstrahlung, sondern die Schauer entstehen unter Einschiebung eines Sekundärprozesses. In manchen Fällen werden Schauer durch Photonen ausgelöst, in anderen durch Korpuskularstrahlen, die Art der Schauer ist aber in beiden Fällen nicht voneinander verschieden. Die Bildung der Schauer hängt von dem Material ab, auf das der auslösende Strahl trifft: Die Schauerzahl ist proportional zum Quadrat der Ordnungszahl. Da auch hier die Messungen bisher nicht ganz einheitliche Resultate ergeben haben, untersucht Vortr. zum Schluß näher die Sicherheit solcher Messungen. Er zeigt, daß die Ansprechwahrscheinlichkeit eines Zählrohrs von der Anzahl der gebildeten Teilchen abhängt. Bei Umrechnung der Rossi-Kurve mit Hilfe der von Mitarbeitern des Vortr. gemessenen Ansprechwahrscheinlichkeit verschiebt sich das Maximum zu kleineren Werten, und der Abfall nach höheren Energien hin wird steiler.

⁸⁾ Vgl. H. Kallmann: Einf. in d. Kernphysik. Verlag Deuticke, Leipzig/Wien 1938, S. 185 ff.

⁹⁾ Ber. dtsch. chem. Ges. **70**, 1374 [1937]; vgl. a. diese Ztschr. **49**, 127 [1936].

¹⁰⁾ Vgl. auch diese Ztschr. **49**, 747 [1936].

¹¹⁾ Z. Physik **82**, 151 [1933].

¹²⁾ Ebenda **93**, 543 [1935].

¹³⁾ Ebenda **97**, 300 [1935].

F. Hund, Leipzig: „Theoretische Erforschung der Kernkräfte.“ (Zusammenfassender Bericht.)

Die theoretische Behandlung der Vorgänge im Kernen muß ihren Ausgangspunkt von dem bisher vorliegenden Material über die Eigenschaften der Kerne nehmen. Bekannt sind der Radius des Kerns, der aus verschiedenen Versuchen zu etwa 10^{-13} cm folgt, die Masse des Kerns, der Drehimpuls des Kerns, das magnetische Moment, das elektrische Quadrupolmoment usw. Die bisherigen Untersuchungen haben bereits zu der Erkenntnis geführt, daß neben den bisher bekannten Kräften der Gravitation und den elektrischen Kräften für den Fall des Kerns selbständige Kräfte zwischen Protonen und Protonen und zwischen Protonen und Neutronen bestehen müssen. Es haben sich ferner gewisse Analogien zwischen den Eigenschaften der Neutronen im Kern und denen der Elektronen in der Atomhülle ergeben, doch sind die bisherigen Angaben über die Terme des Kerns (Energieniveaus im Kern) sehr lückenhaft. Wichtige Aufschlüsse über die Eigenschaften der Kernkräfte sind vor allem von dem direkten Experiment zu erwarten, nämlich von der Streuung der Protonen an Protonen und der Neutronen an Protonen. Gerade in letzter Zeit ist diese Frage durch die Versuche von Tuve und Hafstad über die Streuung von Protonen an Protonen¹⁴⁾ wesentlich gefördert worden, ebenso liegen Versuche über die Streuung von Neutronen an Protonen vor. Danach ist die Reichweite der Kräfte zwischen Proton und Neutron nicht wesentlich größer als der Abstand dieser Teilchen im Kern selbst. Die weitere Behandlung hat gezeigt, daß man wohl kaum mit den Kräften zwischen Proton und Proton und zwischen Proton und Neutron auskommen wird, sondern daß man noch eine dritte selbständige Kraft zwischen Neutron und Neutron annehmen mussen, wenn man nicht eine starke Abhängigkeit der Kernkräfte von der Entfernung in Kauf nehmen will. Als wesentlichstes Ergebnis der Experimente über die Streuung von Protonen an Protonen¹⁴⁾ und der Auswertung dieser Experimente durch Breit u. Feenberg^{14a)} kann man wohl die Feststellung ansehen, daß die obengenannten drei neuen Kernkräfte (Proton \leftrightarrow Proton, Proton \leftrightarrow Neutron, Neutron \leftrightarrow Neutron) alle gleich sind, wobei für die Proton \leftrightarrow Proton-Streuung natürlich noch die Coulomb-Abstoßung hinzukommt.

Wenn wir uns mit diesem bisher noch recht lückenhaften Material eine Vorstellung zum Bau der Atomkerne machen wollen, so werden wir zunächst extreme Grenzfälle betrachten und zwischen ihnen interpolieren. Vortr. zeigt dann an einem Beispiel, daß auf Grund solcher Ansätze wenigstens qualitativ der Unterschied zwischen der Periodizität im Atommodell (Periodisches System) und der Nichtperiodizität bei den Kernen verständlich wird. Während der letzten Jahre sind also Fortschritte erzielt worden in der Kenntnis von den Kräften zwischen den Kernbausteinen, insbesondere den Kräften zwischen Protonen und Protonen. Die Voraussetzung für eine theoretische Behandlung des Kerns als eines quantenmechanischen Systems aus Protonen und Neutronen sind nicht mehr ganz unbestimmt; doch sind wir noch darauf angewiesen, aus den experimentellen Ergebnissen die grundlegenden Eigenschaften dieses Systems herauszulesen.

H. Euler, Leipzig: „Theoretische Gesichtspunkte zur Untersuchung der Höhenstrahlung¹⁵⁾.“ (Zusammenfassender Bericht.)

Es werden die für die Höhenstrahlung wichtigsten Einzelprozesse aufgezählt: Die Bremsstrahlung und Paarbildung, deren Theorie auf Grund der neuen Messungen von Blackett und Anderson für Energie kleiner als $3 \cdot 10^8$ bis 10^9 V als gültig angenommen wird; die Ionisierung; die induzierte mehrfache β -Aktivität, die nach Heisenberg oberhalb einer kritischen Energie zu erwarten ist. Es wird gezeigt, daß das Zusammenwirken der beiden ersten obengenannten Strahlungsprozesse durch Multiplikation zur Ausbildung kleinerer Schauer (von Energien kleiner als 10^8 bis 10^9 V) führt. Es wird angenommen, daß die Sekundärwirkungen der weichen Komponente der Höhenstrahlung auf Grund der Multiplikationsprozesse verstanden werden können. Die Konsequenzen dieser Annahme werden mit Messungen von Geiger und Schwinger über die

¹⁴⁾ Tuve, Heydenburg u. Hafstad, Physic. Rev. **50**, 806 [1936].
^{14a)} Physic. Rev. **50**, 850 [1936].

¹⁵⁾ Vgl. hierzu diese Ztschr. **50**, 700 [1937] sowie **49**, 693 [1936].

Erzeugung der Rossischen Dreifachkoinzidenzen, von Zeiller über die Absorption der Rossischen Dreifachkoinzidenzen und von Auger über die Absorption der weichen Komponente der Höhenstrahlung quantitativ verglichen. Die Hoffmannschen Stöße und die größeren Schauer (mit Energien größer als 10^9 V) werden qualitativ diskutiert unter Annahme ihrer Entstehung aus den „explosionsartigen“ Prozessen, die oben an dritter Stelle genannt sind, an welche sich eine Strahlungsmultiplikation anschließt.

J. Mattauch, Wien: „Massenspektroskopie und Kernbau¹⁶⁾.“ (Zusammenfassender Bericht.)

Der Zweck des vorliegenden Vortrages ist es, darzulegen, was die Massenspektrographie für die Kernforschung leisten kann und bereits geleistet hat. Im Vordergrund steht dabei die Bestimmung der Massendefekte, die die Bindungsenergie der Kernbestandteile liefern und damit eine Abschätzung über Größe und Art der Kernkräfte ermöglichen. Vortr. geht von den Verdiensten Aston aus, der bekanntlich die Massenspektroskopie zu einer Präzisionsmethode entwickelte. Die hier geforderte Genauigkeit der Massenuntersuchungen geht allerdings über die Möglichkeiten der früheren Astonischen Apparaturen hinaus: Die Isotopen müssen mit großer Genauigkeit festgelegt werden (bei der Massenbestimmung muß die 5. Stelle noch angebbar sein!), um die sogenannten Doublets genau zu bestimmen. Als „Doublets“ bezeichnet man zwei nebeneinanderliegende Linien im Massenspektrogramm, die zwei verschiedenen Stoffen mit gleicher Masse zugehören, also z. B. zwei Linien, die den $C^{13}H^1$ - und den O^{16} -Ionen zugehören. Solche Linien fallen im allgemeinen nicht genau aufeinander, weil die Packungseffekte (Kernbindungsenergien) für die beiden Teilchen verschieden sind. Aus dem Abstand der Linien kann man umgekehrt den Packungseffekt bestimmen¹⁶⁾. An sich läßt sich natürlich das Auflösungsvermögen bei der Anordnung von Aston durch immer stärkere Ausblendung steigern, doch wird hier bald durch Intensitätsmangel eine Grenze erreicht. Vortr. hat durch Verfeinerungen der Anordnung neben der Geschwindigkeitsfokussierung auch eine Richtungsfokussierung und damit eine große Steigerung der Intensität seines Massenspektrographen (Lichtstärke) erreicht. Ähnliche Anordnungen wurden auch schon von Bainbridge verwendet, jedoch konnte von diesem nur auf eine bestimmte Masse scharf eingestellt werden, während nach beiden Seiten die Linien zunehmend unscharf wurden. Durch geeignete Wahl der Polschubformen des ablenkenden Magnetfeldes konnte vom Vortr. dieser Mangel behoben werden, wie im einzelnen ausgeführt wird. Mit diesem Massenspektrographen großen Auflösungsvermögens (Auflösungsvermögen und Dispersion etwa 10mal so groß wie bei Aston) und trotzdem großer Lichtstärke konnten Isotope noch bei einem Mischungsverhältnis entdeckt werden, das weit unter der Grenze optischer Nachweismöglichkeiten liegt: Es konnten Unterschiede in dem Isotopen-Mischungsverhältnis verschiedener Bleisorten auf diesem Wege festgestellt werden. Es konnten ferner die beiden letztthin von Dempster angegebenen Isotopen des Neodyms bestätigt werden. Im Anschluß daran wird eine große Anzahl von Doubletaufnahmen gezeigt und mit spektroskopischen Daten verglichen; wichtig ist, daß es in der Massenspektroskopie keine Linienverbreiterung gibt, die die Genauigkeit bei spektroskopischen Messungen stark herabsetzen kann. Der Packungseffekt wird durch die Einführung eines Protons in den Kern vergrößert, wie der Vergleich der Doublette C^{13} mit $C^{12}H^1$ einerseits und N^{14} mit $C^{12}H^2$ andererseits deutlich zeigt. Der Vergleich der Packungseffekte aus Kernreaktionsenergien bei Atomzentrümmerungsmessungen und massenspektrographischen Messungen ergibt heute bereits weitgehende Übereinstimmung; die Abweichungen liegen im allgemeinen nur in der Größenordnung eines Prozents und nur in ganz vereinzelten Fällen außerhalb der Fehlergrenzen.

Eine Durchsicht der Isotopen des Periodischen Systems zeigt, daß es keine Isobaren benachbarter Elemente gibt, d. h. keine Isotopen gleicher Masse zweier benachbarter Elemente. Zu den Ausnahmen von dieser Regel gehören Rb^{87} und Sr^{87} . Die Untersuchung der Isotopen von gewöhnlichem Sr ergibt 3 Isotope 88, 87, 86 (und ganz schwach 84). Rein dargestelltes

¹⁶⁾ Stand der Isotopenforschung 1934 vgl. in dem zusammenfassenden Bericht von Mattauch, Physik. Z. **55**, 567 [1934].

Sr^{87} zeigt auch im Massenspektrogramm keine Andeutung der anderen Isotopen, während reines Rb^{87} immer auch von anderen Rb-Isotopen begleitet ist. Danach ist Rb^{87} radioaktiv, womit die obengenannte Regel insofern bestätigt wird, als jedenfalls stabile Isobaren benachbarter Elemente auch in diesem Falle nicht existieren. Diese Feststellung konnte außerdem durch Trennung der beiden Isotopen auf massenspektrographischem Wege bestätigt werden: Beide Proben, vor ein Zählrohr gebracht, ergaben ebenfalls die Radioaktivität des Rb^{87} . Auch K^{40} konnte als radioaktives Element ermittelt werden. Bei einer anderen Ausnahme von der Isobarenregel kann es sich nicht um ein radioaktives Element handeln, weil diese Eigenschaft hätte entdeckt werden müssen, es scheint hier demnach der Fall eines inversen β -Prozesses vorzuliegen. An diesen und weiteren Beispielen wird gezeigt, daß die Massenspektroskopie heute bereits ein brauchbares Hilfsmittel für manche Fragen der Kernforschung geworden ist.

M. Heyden u. H. Kopfermann, Berlin-Charlottenburg und Kiel: „Über das Kernmoment des Sr^{87} und die β -Aktivität des Rb^{87} .“ (Vorgetragen von M. Heyden.)

Untersuchungen von Hahn, Straßmann und Walling¹⁷⁾ haben sichergestellt, daß Rb^{87} unter β -Emission in Sr^{87} übergeht. Bei diesem radioaktiven Prozeß muß nach der Fermischen Theorie des β -Zerfalls¹⁸⁾ eine starke Änderung des Kernspins angenommen werden, um die extrem lange Lebensdauer des instabilen Rb-Isotops zu erklären. Zur Prüfung dieser Annahme wurden Hyperfeinstrukturaufnahmen einiger Linien des $\text{Sr}(\text{I})$ - und $\text{Sr}(\text{II})$ -Spektrums mit gewöhnlichem Sr und mit reinem Sr^{87} gemacht. Das mechanische Moment des Sr^{87} -Kerns ergab sich zu $J = 9/2$. Der entsprechende Wert des Rb^{87} beträgt $J = 3/2$. Die Kernspinänderung $\Delta J = 3$ wird im Rahmen der β -Zerfallstheorie diskutiert.

W. Walcher, Berlin-Charlottenburg: „Die Anreicherung der Rb-Isotope.“

Vortr. hat einen Massenspektrographen hoher Intensität entwickelt, mit dem die Rb-Isotope 85 bzw. 87 angereichert wurden. Die Teilchen gleicher Masse, die von einer großflächigen Kathode ausgehen, werden nach Durchlaufen eines Viertelkreis-Magnetfeldes in kleinen Bereichen gesammelt (fokussiert). Die ionenoptischen Bedingungen, unter denen diese Fokussierung auftritt, werden im einzelnen untersucht. Die beiden Isotope werden dann jedes für sich in einem Hohlzylinder aufgefangen, der nach Beendigung des Auffangprozesses als Hohlkathode einer Entladung dient. Die Hyperfeinstruktur der Resonanzlinie dieser Entladung zeigt, daß die beiden obigen Isotope genügend getrennt sind.

W. Bothe, W. Gentner, H. Maier-Leibnitz, W. Maurer, E. Wilhelm, K. Schmeiser, Heidelberg: „Untersuchungen über Kernumwandlungen und Ultrastrahlung.“ (Vorgetr. von W. Bothe.)

E. Wilhelm hat bei einigen (n, α) - und (n, p) -Prozessen beobachtet, daß die entstehenden α -Teilchen bzw. Protonen diskrete Energiegruppen enthalten, obwohl die eingeschossenen Neutronen ein kontinuierliches Energiespektrum besitzen. Diese Erscheinung wird als Resonanzaustritt der Teilchen gedeutet, entsprechend der schon länger bekannten Resonanz-eindringung. Typisch hierfür ist die Reaktion $\text{N}^{14}(n, \alpha) \text{B}^{11}$, bei welcher 4 α -Gruppen beobachtet wurden. Diese Reaktion hat nun W. Maurer umgekehrt: $\text{B}^{11}(\alpha, n) \text{N}^{14}$, und in der Tat gefunden, daß hierbei Resonanz-eindringung u. a. gerade für die 4 entsprechenden α -Energien eintritt. — Resonanzen beim Einfangen von Protonen durch einige Atomkerne hat W. Gentner untersucht, indem die Intensität der entstehenden γ -Strahlung in Abhängigkeit von der Protonenenergie (bis 600 eV) aufgenommen wurde. Der Verlauf dieser „Anregungskurve“, insbesondere auch zwischen den Resonanzstellen, sowie die ebenfalls gemessene Härte dieser γ -Strahlen erlaubt eine zusammenhängende Deutung der auftretenden Reaktion. — W. Bothe, H. Maier-Leibnitz u. W. Maurer haben Versuche verschiedener Art angestellt, um die Energiebilanz der Reaktion $\text{B}^{10}(\alpha, p) \text{C}^{13}$ aufzuklären, bei welcher Schwierigkeiten entstehen, wenn man die anderweitig bekannte Masse der beteiligten Kerne zugrunde legt. — K. Schmeiser¹⁹⁾ beobachtete die Absorption

¹⁷⁾ Naturwiss. **25**, 184 [1937].

¹⁸⁾ Z. Physik **88**, 161 [1934].

¹⁹⁾ Kurze Mitteilung vgl. Naturwiss. **25**, 669 [1937].

der sekundären Teilchenstrahlungen der Höhenstrahlung als Funktion des Divergenzwinkels zweier hinter der absorbierenden Bleiplatte aufgestellter Zählrohre. Das zweite Maximum in der *Rossi-Kurve* müßte relativ stärker werden mit kleiner werdendem Divergenzwinkel. Der Vergleich der Absorbierbarkeit im ersten und im zweiten Maximum der *Rossi-Kurve* ergab aber, daß tatsächlich im zweiten Maximum stärkere Absorption auftritt. Dies ist wohl so zu deuten, daß die Strahlung, deren Absorbierbarkeit hier gemessen wurde, nicht mehr die erste Sekundärstrahlung, sondern bereits eine dritte oder vierte Sekundärstrahlung ist; es handelt sich hier also anscheinend um Multiplikationsprozesse, wie sie im Vortrag von Euler (vgl. weiter oben) als mögliche Prozesse angegeben worden sind.

E. Fünfer, Gießen: „Resonanzeffekte bei (α, n) -Kernumwandlungen.“ (Vorgetr. von Chr. Gehrtsen.)

Es wurde ein α -Strahlenpräparat (mit ThB aktiviertes Pt-Kügelchen) genau in der Mitte einer Kugel aufgestellt, in der der Druck (Argon, Stickstoff) beliebig eingestellt werden konnte. Außerhalb der Kugel wurde ein Neutronenzähler aufgestellt, um die Häufigkeit der Zertrümmerungsprozesse $\text{N}(\alpha, n) \text{F}$ und $\text{A}(\alpha, n) \text{Ca}$ zu registrieren. Beim Druck Null in der Kugel durchlaufen die α -Teilchen von dem Präparat in der Mitte den Weg nach den Wänden mit voller Energie; Neutronen entstehen hierbei nicht, da keine Argon- oder Stickstoff-Moleküle anwesend sind. Wird jetzt z. B. Argon von steigendem Druck in die Kammer eingelassen, so steigt die Wahrscheinlichkeit der Neutronenerzeugung an. Überraschenderweise erfolgt nun aber dieser Anstieg nicht kontinuierlich, sondern in vielen, ganz scharfen Stufen. Man muß hieraus schließen, daß die Zertrümmerung von Argon und Stickstoff durch α -Strahlen nur innerhalb sehr enger Energiebereiche der α -Strahlen zu einer messbaren Neutronenausbeute führt.

F. Kirchner, O. Laaff u. H. Neuert, Köln: „Über das Ionisationsvermögen von einigen bei Kernumwandlungsprozessen ausgeschleuderten Atomkernen.“ (Vorgetr. von H. Neuert.)

Bei der Untersuchung von Kernumwandlungsvorgängen mittels Ionisationskammer und Proportionalverstärker schließt man aus dem gemessenen Ionisationsvermögen der einzelnen Teilchen auf die Teilchenart. Dieses Ionisationsvermögen ändert sich aber auf den letzten Millimetern der Reichweite beträchtlich; der Verlauf ist bisher nur am α -Teilchen und am Proton gemessen worden²⁰⁾. Mit einer Ionisationskammer von 2 mm Tiefe wird nun das Ionisationsvermögen von H^2 , H^3 , He^3 und Li^7 -Kernen auf dem letzten Zentimeter ihrer Reichweite gemessen; dabei ergeben sich charakteristische Verschiedenheiten des Ionisationsvermögens in bezug auf seine Größe und auf die Lage des Maximums.

A. Flammersfeld, Berlin-Dahlem: „Das kontinuierliche β -Spektrum des RaE unter besonderer Berücksichtigung der kleinen Energien.“

Vortr. hat mit einem Dempsterschen Geschwindigkeitspektrographen in Verbindung mit einem Zählrohr verschiedene β -Spektren analysiert. Die Spektren von RaE und ThB werden beschrieben und die Fehlerquellen bei diesen Messungen eingehend diskutiert. Die Ergebnisse lassen sich nach der Theorie von Fermi²¹⁾ nicht deuten; sie lassen sich aber nach der Theorie von Konopinski-Uhlenbeck²²⁾ darstellen, wenn man in diese eine endliche Neutrinosmasse einführt, und zwar von der halben Elektronemasse.

A. Ehmert, Friedrichshafen: „Über den Breiteneffekt der kosmischen Ultrastrahlung²³⁾.“

Bei Messungen der Ultrastrahlung im Bodensee hat sich gezeigt, daß die Absorption als Funktion der Wassertiefe

²⁰⁾ Vgl. u. a. Henderson, Philos. Mag. J. Sci. **42**, 538 [1921]; Chr. Gehrtsen, Ann. Physik **5**, 657 [1930]; Williams, Proc. Roy. Soc., London, Ser. A. **130**, 310, [1931] und **135**, 108 [1932]; Blackett u. Lees, ebenda **134**, 658 [1932]; Rutherford u. Mitarb., ebenda **139**, 617 [1935].

²¹⁾ Z. Physik **88**, 161 [1934].

²²⁾ Physic. Rev. **48**, 7 [1935].

²³⁾ Ehmert, Z. Physik **106**, 751 [1937]; vgl. auch diese Ztschr. **49**, 747 [1936].

zwischen 40 und 250 m sich durch eine Hyperbel mit dem Exponenten 1,87 darstellen läßt. Dieses Ergebnis wurde auch bei Messungen in Bergwerken bestätigt. Die in der Atmosphäre vorherrschende weiche Komponente scheint sich ebenfalls durch eine Hyperbel, nur mit einem größeren Exponenten, darstellen zu lassen. Man kann also die Absorption der Höhenstrahlung durch Aneinandersetzen zweier solcher Hyperbeln (in logarithmischer Darstellung: zweier Geraden verschiedener Neigung), wiedergeben. Die harte Komponente muß in gewissen Eigenschaften von der geographischen Breite abhängen, da das magnetische Erdfeld auf die Höhenstrahlung in den verschiedenen Breiten verschieden wirkt (Breiteneffekt). Vortr. diskutiert diesen Breiteneffekt und zeigt die Übereinstimmung seiner Überlegungen mit den in normalen Breiten und am Äquator durchgeführten Messungen.

Sitzung am Freitag, dem 24. September, vormittags.

Einzelvorträge allgemeinen Inhalts über reine Physik.

(Leiter: F. Zernike, Groningen).

H. Katz, Berlin-Reinickendorf: „Durchgang langsamer Elektronen (0—200 V) durch Metallfolien.“

Im Zusammenhang mit Untersuchungen über Sekundärelektronenemission wurde der Durchgang langsamer Elektronen durch Metalle in der Weise behandelt, daß die Durchlässigkeit von Silberfolien für langsame Elektronen direkt experimentell bestimmt wurde. Eine Folie von etwa 1000 bis 2000 Å Dicke wird von einer Seite her mit Elektronen wählbarer Energie bestrahlt und die Zahl der auf der Rückseite austretenden Elektronen gemessen. Die Gesamtzahl der austretenden Elektronen steigt mit der Elektronenenergie zunächst schnell, dann langsamer an. Die Durchlässigkeit ist überraschend groß: bei 10 V Auf treffenergie gehen bereits etwa 10 % der auftretenden Elektronen durch die Folie hindurch. Eine Analyse der Energieverteilung der austretenden Elektronen ergab, daß um so weniger Elektronen mit der ursprünglichen Auf treffenergie herauskommen, je größer die Auf treffenergie gewählt wird: zwischen 0 und etwa 10 V erfolgt der Durchgang ohne wesentlichen Energieverlust. In weiteren Versuchen konnte Vortr. feststellen, daß diese ganz langsame Elektronen beim Durchgang durch die Folie auch nicht wesentlich gestreut werden: er konnte mit Hilfe dieser Elektronen Gegenstände, die sich vor der Folie befanden, durch die Folie hindurch auf einen hinter der Folie aufgestellten Leuchtschirm mittels elektronenoptischer Linsen abbilden; dieser Versuch ist nur so zu deuten, daß diese ganz langsame Elektronen auch ohne wesentliche Richtungsänderung die Folie durchsetzen. Eine solche Folie wirkt also, optisch gesprochen, in dem angeführten Versuch wie eine durchsichtige planparallele Glasplatte und nicht wie eine Milchglasscheibe, bei der wegen der Zerstreuung eine solche Abbildungsmöglichkeit nicht besteht. Weitere Versuche ließen auch die Richtung erkennen, in welcher man zu einem Verständnis des Mechanismus dieser großen Durchlässigkeit gelangen kann. Die Durchlässigkeit der Folie wird nämlich um so größer, je länger man die Folie einer intensiven Elektronenbestrahlung aussetzt; noch unbestrahlte, durch Auf dampfen hergestellte Silberfolien zeigen überhaupt keine Durchlässigkeit. Die Größe der Durchlässigkeit scheint also mit der Struktur der Folie im Zusammenhang zu stehen.

H. Mahl, Berlin-Reinickendorf: „Feldemission aus geschichteten Kathoden bei Beschleußung mit Elektronen.“

Werden in bestimmter Weise hergestellte Schichtkathoden, bestehend aus einer Aluminiumunterlage, einer Aluminiumoxydzwischenschicht und einer Caesumoxydoberflächenschicht, mit Elektronen beschossen, so treten aus dieser Schichtkathode Elektronenströme aus, die 100—1000 mal größer sein können als der auftreffende Primärstrom. Diese Erscheinung wurde zuerst von *Malter*²⁴⁾ beobachtet und von ihm als eine Feldemission aus der Aluminiumunterlage gedeutet. Die auftreffenden Elektronen sollen aus der Oberflächenschicht zunächst in üblicher Weise Sekundärelektronen auslösen, wodurch sich wegen der isolierenden Al oxydzwischenschicht die Kathodenoberfläche gegen die Unterlage positiv auflädt; bei

genügend hoher positiver Aufladung und genügend dünner Zwischenschicht wird dann die Feldstärke so groß, daß eine Feldemission einsetzt. Vortr. hat in seinen Experimenten die von *Malter* angenommene Oberflächenaufladung durch direkte Versuche nachgewiesen und ihre für Eintreten der Feldemission notwendige Größe für eine 2000 Å dicke Aluminiumoxydzwischenschicht zu 10—40 V bestimmt. Er hat ferner die Energieverteilung der austretenden Elektronen untersucht und konnte in den Verteilungskurven unter geeigneten Bedingungen die Sekundärelektronen und die Feldelektronen getrennt erhalten. Es wurde schließlich die Schichtkathode während ihrer Emission elektronenoptisch auf einen Leuchtschirm abgebildet. Das Emissionsbild zeigt nicht eine gleichmäßig emittierende Fläche, die Emission ist vielmehr auf einzelne Punkte beschränkt, deren Zahl und Helligkeit von mehreren Faktoren abhängt; rauhe Flächen ergeben wenige sehr helle, glatte Oberflächen viele Punkte von etwa gleicher mittlerer Helligkeit. Dabei emittieren die einzelnen Punkte zeitlich nicht gleichmäßig, sondern flackernd, so daß das Emissionsbild dauernd scintilliert. Zum Schluß wird an einem Beispiel gezeigt, daß dieser Feldemissionseffekt keine spezielle Eigenschaft von Schichtkathoden der oben angegebenen Zusammensetzung ist; er tritt anscheinend immer auf, wenn auf einer Metallunterlage eine dünne Isolatorschicht liegt, deren Oberfläche einen Sekundäremissionsfaktor größer als 1 besitzt. Der in Frage stehende Feldemissionseffekt trat nämlich auch an Nickelkathoden auf, deren Oberfläche mit einer dünnen Zaponlackschicht versehen worden war.

H. Raether, Jena: „Untersuchungen der Elektronenlawinen in der Nebelkammer.“

Mit einer geeigneten Nebelkammer werden die Elektronenlawine untersucht, die ein Elektron im homogenen elektrischen Feld beim Durchlaufen einer Gasstrecke erzeugt. Durch eine geeignete Schaltung konnte dabei die Ausbildung der Lawine in jedem beliebigen Stadium unterbrochen werden (Abstoppen der Lawine). Auf diese Weise kann die Vorschwungsgeschwindigkeit der Lawine sowie ihre seitliche Ausdehnung gemessen werden. Der Vergleich der beobachteten Werte mit den berechneten ergibt für Luft eine befriedigende Übereinstimmung mit den Vorstellungen von der Bewegung eines Elektrons durch ein Gas. Nur bei Wasserstoff deuten Abweichungen auf die Notwendigkeit einer Verfeinerung dieser Vorstellungen hin.

F. Wolf, Karlsruhe: „Umladung langsamer Ionen unter positiver Resonanzverstimmung²⁵⁾.“

Nach dem sog. Resonanzprinzip sollte die Ausbeute an umladenden Stößen um so kleiner werden, je mehr sich die Neutralisationsenergie des stoßenden Ions von der Ionisierungsspannung des gestoßenen Atoms unterscheidet, und zwar ohne Rücksicht auf das Vorzeichen dieser Differenz. Nach den neuen Meßergebnissen des Vortr. ist diese Forderung für hohe negative Resonanzverstimmungen auch tatsächlich erfüllt, d. h. in solchen Fällen, wo für die Umladung eine merkliche Energiezufluhr notwendig ist. Bei positiver Resonanzverstimmung dagegen, d. h. in Fällen, wo beim Umladungsvorgang Energie frei wird, ergaben sich viel zu hohe Umladungswahrscheinlichkeiten. Beim Beschießen von Molekülgasen mit Ionen läßt sich dieser Tatbestand damit erklären, daß gleichzeitig mit der Umladung noch Anregungsvorgänge stattfinden, die die restliche Energie verbrauchen, so daß unter Berücksichtigung dieses Energieverbrauchs die Resonanzverstimmung merklich kleiner ist. Diese Erklärungsmöglichkeit versagt aber bei Stößen in atomaren Gasen, für die diese Erscheinung ebenfalls nachgewiesen werden konnte. In diesem Falle handelt es sich offensichtlich um ein Versagen des Resonanzprinzips.

W. Hanle, Jena-Leipzig: „Lichtanregung durch Wasserstoff- und Deuterium-Kanalstrahlen.“

Es wurde untersucht, ob für die Lichtanregung die Energie oder die Geschwindigkeit der Stoßpartikel maßgebend ist. Zu diesem Zweck wurde die Anregung von Helium und Argon durch H- und D-Kanalstrahlen gemessen. Zwischen 8 und 50 kV steigt die Intensität der He-Linien kontinuierlich mit der

²⁴⁾ L. *Malter*, Physic. Rev. **50**, 48 [1936].

²⁵⁾ Vgl. hierzu die früheren Arbeiten des Vortragenden, z. B. diese Ztschr. **49**, 852 [1936].

Spannung an, die der Ar-Linien hat ein Maximum. Bei gleicher Geschwindigkeit regen D-Atome in He und Ar besser an als H-Atome, bei gleicher Energie der H- und D-Atome ist es umgekehrt. Die Anregung durch Atomstoß ist also weder eine reine Funktion der Energie noch der Geschwindigkeit der Stoßpartikel.

A. Goetz, Pasadena: „Röntgenspektroskopie bei Wasserstoff- und Heliumtemperaturen (unter Mitarbeit von R. B. Jakobs und O. B. Jackson).“

Es wird ein Röntgenspektrograph für die Braggsche Methode beschrieben, bei dem Strahlungsquelle und Ionisationskammer auf Zimmertemperatur sind und in dem der adiabatische Expansionsverflüssiger für Helium in den Kristallhalter eingebaut ist. Der Kristall kann so über ein kontinuierliches Temperaturgebiet von Zimmertemperatur bis unter den Siedepunkt des Heliums gekühlt werden. Sowohl die einfallende als auch die reflektierte Strahlung gehen nicht durch flüssige Gase, so daß unkontrollierbare Streuung vermieden wird. Die kontrollierbare, durch Fenster auftretende Streuung ist klein. Der Apparat wurde zur Messung der Temperaturabhängigkeit des Intensitätsprofils von Reflexionen an Kristallen benutzt. Die Registrierung der Profile geschieht direkt durch Verstärkung der Ionisationsströme ohne Umweg und Verzerrung durch Photometrierung von Spektrogrammen innerhalb von so kleinen Zeitintervallen, daß Konstanz der Kristalltemperatur gewährleistet ist. Es werden einige vorläufige Resultate mitgeteilt, die den Gültigkeitsbereich der Debye-Wallerschen Beziehungen und die Bestimmung der Nullpunktsenergie betreffen.

Sitzung am Freitag, dem 24. September, nachmittags.

(Fortsetzung der Vormittagssitzung).

Leiter: Chr. Gehrtsen, Gießen.

H. Senftleben und H. Gladisch, Münster i. Westf.: „Die Wirkung eines Magnetfeldes auf die innere Reibung von Gasen.“

Die früher gefundene Einwirkung eines Magnetfeldes auf das Wärmeleitvermögen von Gasen²⁰⁾ machte es wahrscheinlich, daß auch bei der inneren Reibung ein ähnlicher Effekt vorhanden ist. Die Ergebnisse verschiedener Autoren widersprachen sich bisher allerdings so stark, daß die Vortr. eine neue, doppelte Differenzmethode ausgearbeitet haben, die es ermöglicht, den Effekt mit großer Genauigkeit zu messen. Die Versuche erstreckten sich über Magnetfeldstärken von 1000—6000 Gauß und Drucke zwischen 350 und 650 mm. Es wurde tatsächlich eine weitgehende Analogie zwischen den Werten der inneren Reibung und denen der Wärmeleitfähigkeit festgestellt, speziell in der Druckabhängigkeit beider Effekte; ein quantitativer Vergleich zeigt, daß die relative Änderung des Wärmeleitvermögens etwa 1,8 mal so groß ist wie die Änderung der inneren Reibung.

M. Czerny und P. Mollet, Berlin: „Ausbau der Ultrarotphotographie.“

Die früheren Versuche²¹⁾ über ein Verfahren zur Ultrarotphotographie, das im Prinzip keiner Wellenlängenbeschränkung unterliegt, wurden weitergeführt. Das Verfahren besteht darin, z. B. auf einem Blatt Papier, das mit Alkohol getränkt ist, das Ultrarotbild zu entwerfen, wodurch der Alkohol an Stellen großer Strahlungsintensität verdampft. Der ganze Vorgang wurde zunächst dadurch wesentlich verbessert, daß in einer Alkoholatmosphäre gearbeitet wurde; es wird hierdurch die allgemeine Verdampfung erheblich herabgesetzt. Es wurden ferner andere Substanzen verwendet (Paraffindestillate), die nicht so flüchtig sind, und die Empfindlichkeit dadurch stark heraufgesetzt, daß in evakuierten Räumen gearbeitet wurde. Schließlich wurden als Unterlage sehr dünne (farblose) Zaponlackfolien verwendet. Beim Aufbringen des Paraffinöls auf diese Folien ergeben sich sehr starke Interferenzfarben, die beim Abdampfen verschwinden, womit das Bild deutlich hervortritt. Besonders bei größeren Wellenlängen tritt eine Schwierigkeit dadurch auf, daß die Ultrarotstrahlung in der Folie nicht

²⁰⁾ H. Senftleben u. Pietzner, Physik. Z. 85, 986 [1934].

²¹⁾ Czerny, Z. Physik 68, 1 [1929].

mehr in genügendem Maße absorbiert wird. Sie wurde dadurch behoben, daß die Rückseite der Folie mit einer im Ultrarot gut absorbierenden Substanz (Wismutschwarz) bestrichen wurde. Da von 5—6 μ ab auch Wismutschwarz nicht mehr genügend absorbiert, wurden schließlich ganz dünne, hellblau durchsichtige Silberschichten auf die Rückseite der Zaponlackfolie aufgebracht, deren Absorption im Ultrarotgebiet theoretisch unabhängig von der Wellenlänge ist. Die Querleitfähigkeit für Wärme, die die Wiedergabeschärfe beeinträchtigen könnte, ist in den so hergestellten Schichten außerordentlich klein, Abstände von 100 μ werden noch einwandfrei getrennt. Bemerkenswert ist ferner, daß die Entstehung des Bildes dauernd verfolgt und in einem geeigneten Zeitpunkt dadurch abgestoppt werden kann, daß Luft von Atmosphärendruck in die Kammer eingelassen wird; denn die Verdampfungsgeschwindigkeit bei 1 at ist um viele Zehnerpotenzen kleiner als die im Vakuum. Als erste Anwendungsbeispiele der Methode werden Ultrarotspektren von Benzol, Toluol, Salzsäure usw. in ihrer Feinstruktur gezeigt. Es wird auf die Verwendungsmöglichkeiten dieser Methode für die organische Analyse hingewiesen.

R. Mecke, Freiburg: „Bestimmung von Bindungsmomenten durch ultrarote Absorptionsmessungen²²⁾.“

Es wird am Beispiel des Wassers gezeigt, wie man durch Absorptionsmessungen im Ultrarot bei charakteristischen Valenzschwingungen mehratomiger Moleküle zu einer experimentellen Bestimmung des Dipolmomentes der betr. Valenzbindung kommt. Das Bindungsmoment des OH-Radikals ergibt sich in Übereinstimmung mit der elektrischen Dipolmessung zu $1,5 \cdot 10^{18}$.

F. Matossi, Breslau: „Ultrarotes Spektrum und Struktur von Silicaten und Gläsern.“

Neue Ergebnisse über die Reflexionsspektren von Gläsern und die Absorption einiger Silicate werden im Hinblick auf die Struktur dieser Substanzen diskutiert. Es wird die Frage untersucht, ob im Glas Kristalle in ungeordnetem Zustand vorhanden sind und von welcher Größe. Gemessen wurde die Reflexion u. a. von Titanit, Dloxyt, Albit, ferner von Quarzglas sowie Kalium- und Silicatfreiem Borgglas. Im Quarzglas (geschmolzener Quarz) ist die Struktur nicht ganz unterdrückt, da die für Ringstruktur charakteristische Reflexionsbande, die bei kristallinem Quarz nicht sehr deutlich ist, vorhanden ist. Nach Auffassung des Vortr. ist also der Kristallithypothese der Vorzug zu geben vor der reinen Netzstrukturhypothese.

E. Plötze, Freiburg i. Br.: „Reibungsdispersion der Dielektrizitätskonstanten organischer Flüssigkeiten.“

Als Folge der endlichen Relaxationszeit τ polarer Moleküle in einem hochfrequenten elektrischen Wechselfeld wird die Reibungsdispersion der Dielektrizitätskonstanten beobachtet, d. h. bei steigender Schwingungsfrequenz der Abfall der Konstanten von ihrem statischen Wert auf das Quadrat des optischen Brechungsexponenten. Es wurde daher im Kurzwellenbereich bis etwa 10 cm Wellenlänge die Sprungfrequenz der Dielektrizitätskonstanten von verdünnten Lösungen polarer organischer Substanzen in nicht polaren viscosen Lösungsmitteln gemessen. Maßgebend für den Effekt ist das Produkt $\omega\tau$, man kann deshalb bei solchen Messungen sowohl die Frequenz als auch die Temperatur variieren, um den Sprung zu erhalten. Dabei wirkt sich fallende Temperatur ebenso aus wie steigende Frequenz. Die Versuche wurden mit Nitrobenzollösungen in Shellöl bei verschiedenen Konzentrationen ausgeführt. Die Auswertung der Resultate ergibt einen Wert für τ von etwa 10^{-10} s. Setzt man für das Nitrobenzolmolekül einen Radius von $2,8 \cdot 10^{-8}$ cm ein, so erhält man für den Reibungskoeffizienten 10^{-2} , während sich makroskopisch ²⁰⁾ ergibt. Der Hauptgrund für diese Abweichung liegt wohl darin, daß die untersuchte Lösung zwar einen gut definierten polaren Körper enthält, daß aber das Lösungsmittel schlecht definiert ist; denn das Shellöl besitzt neben seinen hochviscosen Bestandteilen sicher auch niederviscose, wobei die letzteren im vorliegenden Versuch maßgebend sein werden.

²²⁾ Vgl. Mecke, „Ultrarotphotographie u. spektroskopische Konstitutionsbestimmungen“, diese Ztschr. 48, 320 [1935].

Die übrigen Vorträge der Freitagsitzung (Vorträge allgemein physikalischen Inhalts) behandelten den Einfluß der Kristallgitterstruktur auf die Glühemission (B. Mrowka, Berlin-Reinickendorf), die Bänder bei Elektronenbeugung (H. Boersch, Berlin-Reinickendorf), magnetische Untersuchungen metallischer Lösungen von Na in NH₃ (E. Huster u. E. Vogt, Marburg a. d. L.), die Beziehungen zwischen der Energiekonstante und der Mengenkonstante a in der Leitwerts-Temperaturformel bei oxydischen Halbleitern (W. Meyer u. H. Neldel, Berlin), Untersuchung eines Luftlichtbogens im schwerefreien Feld (M. Steenbeck, Berlin-Siemensstadt), den Einfluß der Stromdichte auf die Ionisierungsvorgänge in der selbständigen Entladung in Edelgasen (R. Schade, Berlin-Siemensstadt).

NEUE BUCHER

Die Chemie des Pyrrols. Von H. Fischer u. H. Orth. II. Band: Pyrrolfarbstoffe. 1. Hälfte: Porphyrine — Hämin — Bilirubin und ihre Abkömmlinge. 764 Seiten. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1937. Preis geh. RM. 42,—, geb. RM. 44,—.

Nachdem der erste Band¹⁾ der Chemie des Pyrrols sich mit den Eigenschaften und der Darstellung einkerniger Pyrrollderivate und solcher mehrkernigen Systeme befaßt hatte, die keinen Farbstoffcharakter aufweisen, liegt nun auch die erste Hälfte des zweiten Bandes vor, der mit der Schilderung der mehrkernigen Pyrrolfarbstoffe beginnt. Der Umfang des vorliegenden Stoffes hat eine Zweiteilung des Gebietes notwendig gemacht, so daß in dem vorliegenden Band nur die Pyromethene und Tripyrrene, die Porphyrine und das Hämin, sowie die Gallenfarbstoffe und ihre Abkömmlinge Aufnahme gefunden haben, während das Chlorophyll und seine Umwandlungsprodukte, sowie andere Farbstoffe mit angegliedertem isocyclischen Ring einem weiteren Band vorbehalten bleiben.

Die bewährte Einteilung des Werkes, jedem Teilgebiet einen zusammenfassenden theoretischen Abschnitt vorausgehen zu lassen, dem dann erst die Beschreibung der einzelnen chemischen Individuen und ihre Darstellung folgt, ist beibehalten worden. Es ist so eine glückliche Ordnung des bemerkenswert angeschwollenen Tatsachenmaterials erreicht worden. Weiter finden sich Abschritte über qualitative und quantitative Nachweisverfahren der Porphyrine und Gallenfarbstoffe, ferner solche, in denen das optische und komplexchemische Verhalten und das Salzbildungsvermögen dieser Stoffe gewürdigt werden.

Es ist so ein Handbuch der Pyrrolchemie entstanden, das nach Abschluß des Teiles II/2 die Literatur in einzigartiger Vollständigkeit enthalten wird. Die Zusammenfassung eines wichtigen Gebietes der organischen Chemie durch Forscher, die selbst einen Großteil der behandelten Materie bearbeitet und entscheidend gefördert haben, kann die Fachwelt nur dankbar begrüßen. Das Studium des Werkes läßt unwillkürlich den Wunsch auftreten, daß auch andere Gebiete einmal eine ähnlich vollständige und eingehende Bearbeitung von berufener Seite erfahren. R. Tschesche. [BB. 154.]

Handbuch der Metallphysik. Herausgegeben von Prof. Dr. G. Masing. Band II: Die heterogenen Gleichgewichte. Von Prof. R. Vogel. Mit 491 Abbildungen im Text. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1937. Preis geh. RM. 66,—, geb. RM. 68,—.

Die Lehre von den heterogenen Gleichgewichten bildet gleichsam das „Gerüst“ der Metallkunde. Das im Erscheinungsbegriffen „Handbuch der Metallphysik“ widmet dieser Disziplin einen besonderen stattlichen Band, in dem sie auf breitestem Grundlage in großer Vollständigkeit und Allgemeinheit entwickelt wird, und zwar einerseits herausgelöst aus den übrigen Forschungsrichtungen und -methoden der Metallwissenschaft, die im Band I,1 des Handbuchs größtenteils schon dargestellt sind, andererseits unbelastet durch die verwirrende Fülle der Einzelbeispiele, die, soweit sie technisch

wichtig, weiteren Bänden vorbehalten sind. So entstand ein umfassendes systematisches Werk, das über den Rahmen eines „Metall-Handbuchs“ bewußt weit hinausgreift. Für die Metallkunde sind ja in erster Linie wichtig nur die Gleichgewichte mit flüssigen und festen Phasen; doch schon für die Beherrschung der metallurgischen Prozesse ist die Einbeziehung der Gasphasen unerlässlich; darüber hinaus wurden auch die wichtigsten Anwendungen der Phasenlehre in Chemie, Mineralogie und Petrographie berührt, soweit sie für eine vollständige Systematik der Gleichgewichte Bedeutung haben.

Die Darstellung bevorzugt die so fruchtbare geometrische Behandlungsweise, gestützt auf eine Fülle äußerst anschaulicher und übersichtlicher Abbildungen; bei einigen Hauptfällen werden auch die thermodynamischen Ableitungen gegeben. Erstrebte wurde in erster Linie eine übersichtliche Ordnung der möglichen Fälle, wobei nach einer Einführung in die „Grundlagen der Gleichgewichtslehre“ in vier weitgehend durchgegliederten Kapiteln vom Einstoff- bis zu den Vierstoffsystmen fortgeschritten wird. Experimentelle Einzelheiten sind nur in wenigen ausgesuchten Beispielen, insbesondere von ternären Systemen, angegeben. Im übrigen sind die bisher untersuchten Systeme (für die Metalle vollständig!) nur mit Literaturangabe systematisch tabelliert. Außer dem sehr ausführlichen Inhaltsverzeichnis (15 Seiten) ermöglicht es je ein Namen-, Sach- und Stoffregister, sich leicht in dem Band zurechtzufinden, der daher hervorragend geeignet ist, auf sicherem und — soweit das nur möglich ist — unbeschwerlichem Wege auch in die schwer zugänglichen Gebiete der Gleichgewichtslehre einzuführen. Der Dank aller, die sich dieser Führung anvertrauen, ist dem Verfasser gewiß.

E. Vogt. [BB. 158.]

Industrial Chemistry. Von Prof. E. R. Riegel. Dritte Auflage. Reinhold Publishing Corporation, New York (U.S.A.) 1937. Preis geb. \$ 5,75.

Es handelt sich hier um ein elementares Lehrbuch der chemischen Technologie für den Studenten sowohl als auch zur allgemeinen Unterrichtung, das nach seinem äußeren Umfang und nach dem vielseitigen Inhalt sehr genau dem bekannten deutschen Lehrbuch von Ost-Rassow entspricht. Als neu geschriebenes Werk (1. Auflage 1928) hat es den großen Vorzug, nicht mit historisch gewordenen Techniken und mit ebensolem Abbildungsmaterial belastet zu sein. Die Darstellung ist recht anschaulich und bringt, häufig unterstützt durch sehr zweckmäßige Skizzen und Abbildungen, in Anbetracht des knappen Raumes für Einzelheiten überraschend viel. Es dürften kaum Kapitel von Belang fehlen; selbst Dampfkessel, Wasserkraft, Dampfkraft und dergleichen werden kurz besprochen. Die wichtigsten Apparate und Hilfsvorrichtungen der chemischen Industrie sind in insgesamt 6 Kapiteln ziemlich knapp, jedoch so weit behandelt, daß ein ausreichender Überblick geschaffen wird. Die auf den ersten Blick überraschende Willkür in der Anordnung der einzelnen Kapitel läßt sich unter den gegebenen Umständen wohl entschuldigen. Es ist übrigens kaum Wert darauf gelegt, einen tieferen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Kapiteln herzustellen bzw. der deutsche Leser hat häufig das Gefühl, daß das Buch als Lehrbuch zu wenig gründlich ist und chemische und physikalisch-chemische Zusammenhänge nicht genügend aufdeckt, trotzdem ausgesprochene Lücken nicht vorhanden sind. Es ist fraglich, ob die jedem Kapitel nachfolgende, aber in sich ungeordnete Literatur, die, von einigen wichtigen Ausnahmen abgesehen, nur englisch-sprachige Zeitschriften und Bücher berücksichtigt, von Studierenden ohne weitere Anleitung wirklich ausgenutzt werden kann. Für den Fachmann ist sie jedenfalls, ebenso wie die Hinweise in ziemlich zahlreichen Fußnoten, von beachtlichem Wert. Mit gewisser Einschränkung wird das auch von den zu den meisten Kapiteln zitierten amerikanischen Patenten gelten. Für den Studenten findet sich am Ende der meisten Kapitel auch noch eine Anzahl technischer Aufgaben. Ziffern für die amerikanische Erzeugung und Preise sind regelmäßig angegeben.

Von den erwähnten Einwänden abgesehen, stellt das Buch als einbändiges Werk eine erfreuliche und durchaus zu empfehlende Erscheinung auf einem zurzeit keinesfalls an Überfluss leidenden Gebiet dar.

O. Fuchs. [BB. 164.]

¹⁾ Besprochen diese Ztschr. 48, 568 [1935].