

sind wohl als Zugeständnisse an die Neugier der technisch interessierten Hörer zu betrachten.

Nach Volhard wendete Liebig der Erläuterung des Vortrags durch Experimente große Sorgfalt zu. In einem besonderen „Vorlesungsbuch“ wurden von den Assistenten die in den Vorlesungen vorgeführten Versuche dauernd eingetragen, um ihren Nachfolgern als Anleitung für die Vorbereitung der Vorlesung zu dienen. Daß diese Versuche manchmal auch mißglückten, schildert in ergötzlicher Weise Karl Vogt, der Liebig folgendermaßen imitiert: „Sie sehen, meine Herren, diesen Niederschlag; dieser Niederschlag ist chromsaures Bleioxyd! Sie sehen, meine Herren d. h. Sie sehen nichts“ (wobei Liebig das Reagenzrohr wütend hinwarf, während sein Assistent achselzuckend auf die Lösung von Bleiessig hindeutete, an dessen Stelle Liebig versehentlich die Wasserflasche ergriffen hatte). Daß auch Liebigs historischer Sinn bei seinen Vorlesungen zum Ausdruck kam, beweisen häufig eingeflochtene chemiegeschichtliche Angaben. Beim Sauerstoff geht er ausführlich auf die Phlogistontheorie ein; als Entdecker des Sauerstoffs nennt er Scheele (für die Entdeckung gibt er das Jahr 1774 an), allerdings ohne Priestley zu erwähnen; von Lavoisier sagt er, daß er die Nichtexistenz des Phlogistons

nachwies. Beim Fluor, das damals noch ein hypothetisches Element war, werden die Untersuchungen von Loiset (Louyet?) angeführt. Die Entwicklung der Anschauungen über die Natur des Diamanten wird eingehend geschildert; bei den Alkalimetallen, Halogenen usw. wird meist der Entdecker und das Entdeckungsjahr angeführt. Interessant ist auch, daß Liebig die Verdienste von C. F. Wenzel (1740—1793) ausführlich würdigt.

So ist Kekulé's Kollegheft eines der wenigen Dokumente, die uns einen Begriff von der gründlichen und doch anregenden Art des Liebigschen Vortrags über Experimentalchemie übermitteln⁴⁾; er selbst hat diese Vorlesung nie schriftlich festgehalten, sondern bereitete sie nur durch kleine Zettel mit Schlagworten vor. Wenn auch die persönliche Unterweisung der Studenten im Praktikum des Gießener Laboratoriums ohne Zweifel den Hauptanteil an dem nachhaltigen Einfluß Liebigs auf die Entwicklung der chemischen Forschung gehabt hat, so darf doch die Vorlesung über Experimentalchemie, gerade weil sie für die Anfänger bestimmt war, nicht vergessen werden, wenn man von den Erfolgen des Gießener Chemieunterrichts spricht.

Eingeg. 28. November 1939. [A. 102.]

⁴⁾ Auch Volhard besaß ein derartiges Kollegheft, über dessen Verbleib nichts bekannt ist.

VERSAMMLUNGSBERICHTE

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Gesellschaft für technische Physik.

Sitzung vom 15. November 1939.

Otto Hahn u. Fritz Straßmann: *Über das Zerplatzen des Uran- und des Thorankerns in leichtere Atome.* Vorgetr. von O. Hahn.

Vortr. gab zunächst einen Überblick über die Vorgänge bei der Einwirkung schneller und verlangsamer Neutronen auf das Uran und das Thorium, wie sie sich bis Ende 1938 durch die Arbeiten von Hahn, Meißner und Straßmann darstellten. Beim Thorium waren neben einem zu einem Protactinium führenden Anlagerungsprodukt drei isomere Radiumisotope angenommen worden, die ihrerseits weiter in Actiniumisotope zerfielen. Beim Uran war außer einem Resonanzprozeß, der sicher zu einem Vertreter des Elements 93, Eka-Rhenium, führt, eine ganze Anzahl von aktiven Atomarten aufgefunden worden, die man nach unseren damaligen Kenntnissen ebenfalls alle als Elemente jenseits Uran, also als „Trans-Urane“ ansehen mußte: Sie waren chemisch verschieden von den linken Nachbarn des Urans, und da nach den allgemein gültigen Vorstellungen über Kernkräfte niedrigere Elemente nicht in Frage kamen, blieben für die neuen Substanzen nur Ordnungszahlen höher als die des Urans übrig. Angeregt durch einige Mitteilungen von Curie und Savitch über eine neue Substanz von 3,5 h Halbwertszeit, deren Einfügung in die Gruppe der Trans-Urane von den französischen Forschern versucht worden war, was aber zu Schwierigkeiten geführt hatte, hat Vortr. in Gemeinschaft mit F. Straßmann den 3,5-h-Körper ebenfalls hergestellt. Sehr bald konnte gezeigt werden, daß es sich bei dieser Substanz um eine recht komplizierte Mischung verschiedener Atomarten handelt, von denen drei als Erdalkalioisotope festzustellen waren. Sie mußten deshalb für Radiumisotope gehalten werden. Ihre Eigenschaften glichen aber mehr dem Barium als dem Radium. Deshalb wurde eine Reihe von systematischen „Indicatorversuchen“ der neuen Erdalkalioisotope mit natürlichen Radiumisotopen durchgeführt. Das natürliche Radium ließ sich unsicher von dem zugesetzten Barium trennen, die neuen Substanzen aber nicht; sie verhielten sich genau wie das Barium. Nachdem noch ein weiterer Beweis für die Bariumnatur der neuen Erdalkalimetalle erbracht war, war der Schluß zwingend, daß beim Bestrahlen des Urans mit Neutronen eine Spaltung, ein Zerplatzen des Urankerns in leichtere Atome stattfindet¹⁾.

Diese Ergebnisse wurden sehr schnell mittels physikalischer Methoden bestätigt, zuerst von Meißner und Frisch, dann von vielen anderen Forschern. In rascher Folge konnte dann eine große Reihe von Elementen und isotopen Atomarten nachgewiesen werden, die bei dem Spaltungsprozeß entstehen. Ähnliche Ergebnisse wie mit dem Uran wurden auch mit dem Thorium erzielt. Die beim Thorium früher für Radiumisotope angesehenen Substanzen wurden ebenfalls als Barium erkannt. Nur sind zur Thorspaltung schnelle Neutronen notwendig, während die Uranspaltung besonders gut mit energiearmen, verlangsamen Neutronen erfolgt. Beim Uran ist jetzt die direkte oder indirekte Bildung folgender Elemente, meist in Form mehrerer Isotope, festgestellt: Xenon, Cäsium, Barium, Lanthan; Krypton, Rubidium, Strontium, Yttrium, wahrscheinlich Zirkon; Antimon, Tellur, Jod, Molybdän und Brom. Auch einige andere Elemente kommen noch in Frage, sind aber

noch nicht sichergestellt. Die „Trans-Urane“ sind bis auf einen Vertreter des Eka-Rheniums (Element 93) zu streichen. Letzteres entsteht bestimmt durch den eingangs erwähnten Resonanzprozeß beim Uran. Eine Strahlung dieser Substanz ließ sich aber bisher nicht nachweisen; es ist vielleicht ein langlebiger Körper.

Beim Thorium entstehen im wesentlichen dieselben Spaltprodukte wie beim Uran. Ihr Nachweis ist wegen der geringen Intensität etwas schwieriger, läßt sich aber mit stärkeren Neutronenquellen ebenfalls ganz gut durchführen.

Universität Berlin.

Physikalisches Colloquium am 17. November 1939.

Gerthsen: *Über die Elementarprozesse bei der Ionisation durch schnelle Protonen.*

Während bei der Ionisation durch Elektronen nur langsame oder schnelle Elektronen aus dem getroffenen Gasmolekül abgespalten werden, setzt sich der Ionisationsvorgang bei Protonen aus den folgenden Elementarprozessen zusammen: 1. Ionisation durch die Protonen, 2. Umladung der Protonen zu neutralen Atomen, 3. Ionisation durch diese neutralen Teilchen, 4. Rückwärtsumladung der neutralen Atome. Für jeden dieser Prozesse läßt sich ein Wirkungsquerschnitt definieren. In einer neuen Arbeit²⁾ wurden die Wirkungsquerschnitte für die Ionisation durch Protonen bestimmt. Es ergab sich, daß schon bei niedrigsten Drucken eine merkliche Ionisation durch die positiven Teilchen stattfindet. Ferner zeigte sich, daß der Wirkungsquerschnitt für die Ionisation mit der Energie der Protonen wächst.

Da die Wirkungsquerschnitte für die Umladungsvorgänge bekannt sind³⁾, läßt sich der gesamte Ionisationsprozeß jetzt weitgehend übersehen. Es fehlen nur noch Messungen über den Wirkungsquerschnitt der Ionisation durch neutrale Kanalstrahl-atome, worüber zurzeit eine Arbeit im Gange ist.

Physikalisches Colloquium am 24. November 1939.

P. ten Bruggencate, Potsdam: *Der Stand der Kenntnis von den interstellaren Linien⁴⁾.*

Im Spektrum von Doppelsternen wurden Absorptionslinien festgestellt, die die periodische Verschiebung der eigentlichen Sternlinien (Doppler-Effekt) nicht mitmachen; es konnte sich also nur um Linien handeln, die von absorbierender Materie zwischen dem betr. Stern und der Erde herrühren. Erstmalig wurden diese interstellaren Linien 1904 durch Hartmann auf der Sternwarte in Potsdam entdeckt; ab 1919 wurden, besonders in Amerika, weitere Messungen angestellt, und in den letzten Jahren hat sich vor allem Dunham⁵⁾ mit einem speziell für diesen Zweck hergestellten sehr lichtstarken Gitter hoher Auflösungskraft um die Erforschung der interstellaren Linien verdient gemacht.

Wie bereits oben erwähnt, wurde der erste sichere Nachweis für das Vorhandensein von interstellaren Linien am Licht der Doppelsterne erbracht. Später wurden gleiche Linien auch im Spektrum anderer Sterne gefunden, ein geübter Beobachter kann sie schon an ihrem Aussehen von den eigentlichen Sternlinien unterscheiden; außerdem kann man sie daran erkennen, daß ihre Intensität naturgemäß unabhängig von der Sterntemperatur ist. Nachgewiesen wurden bisher Linien des einfach ionisierten Natriums, Kaliums, Calciums, Titans und des zweifach ionisierten Calciums, ferner aber

¹⁾ H. Müller, Physk. Inst. d. Univ. Gießen, noch unveröffentlicht.

²⁾ H. Meyer, Ann. Physik **30**, 635 [1937].

³⁾ Vgl. B. Strömberg, diese Ztschr. **52**, 451 [1939].

⁴⁾ Z. B. Adams u. Dunham, Astrophysic. J. **87**, 102 [1938].

auch eine größere Anzahl von Linien, die uns aus Laboratoriumsversuchen nicht bekannt sind, unter letzteren einige extrem scharfe und einige verwischene Linien. Eine einwandfreie Deutung der extrem scharfen unter diesen unbekannten Linien ist bisher noch nicht gelungen. Es handelt sich nämlich um Linien vom Grundzustand aus. Hieraus läßt sich bereits der Schluß ziehen, daß es sich bei diesen Linien um die „stark verbotenen“ Übergänge zwischen Grundzuständen handelt, denn die Übergänge von den metastabilen Niveaus nach den Grundzuständen sind sämtlich bekannt. Die an sich sehr großen Lebensdauern dieser Zustände sind nämlich gegenüber der großen Zeitspanne, die zwischen zwei Anregungen desselben Atoms im interstellaren Raum vergeht (ein Na-Atom wird etwa alle 100 Jahre von einem Lichtquant getroffen!) doch noch klein. Am wahrscheinlichsten ist wohlheutzutage die Deutung dieser Linien als Absorptionslinien fester Körper (staubförmige Materie), und zwar speziell der seltenen Erden, die bei sehr tiefen Temperaturen extrem scharfe Linien aussenden können⁶. Da die seltenen Erden gern als Verunreinigung in Kristallen auftreten, braucht das Vorhandensein ihrer Linien noch nicht auf eine abnorme Häufigkeit der seltenen Erden im interstellaren Raum hinzudeuten.

Der Vortr. geht dann näher auf das Verfahren ein, nach welchem man aus diesen interstellaren Linien den Ionisationsgrad und die Häufigkeit der Elemente (soweit ihre Linien festgestellt wurden) im interstellaren Raum bestimmen kann. Dieses Verfahren bedient sich der sogenannten Wachstumskurve, einer theoretisch ableitbaren Beziehung zwischen der Absorption und der Zahl der bei der Absorption mitwirkenden Oszillatoren: für schwache Linien ist die Absorption proportional zur Zahl der Oszillatoren, später wächst sie nur noch mit der Wurzel aus der Zahl der Oszillatoren. Da der allgemeine Verlauf dieser Wachstumskurve bekannt ist, kann man sie durch einige Punkte (identifizierbare interstellare Linien) festlegen. Geht man nun mit der Stärke der Linien des einfach und des doppelt ionisierten Calciums in diese Kurve hinein, so erhält man als Abszisse direkt das Verhältnis der Zahl der vorhandenen einfach und doppelt ionisierten Ca-Atome, d. h. den Ionisationsgrad. Mit Hilfe der Saha-Gleichung läßt sich daraus die Dichte der Elektronen zu etwa 10 Elektronen/cm³ berechnen. Diese verhältnismäßig große Elektronendichte führt zwangsläufig zu dem Schluß, daß die Materie (aus der diese Elektronen durch Ionisation abgespalten wurden) zum größten Teil aus praktisch 100% ig ionisiertem Wasserstoff bestehen muß; bei merklichem Vorhandensein anderer Elemente würde nämlich die Masse der Materie im interstellaren Raum viel zu groß werden (diese Masse, zum mindesten aber eine obere Grenze für diese Masse, ist nämlich aus anderen Überlegungen bekannt). Durch weitere Betrachtung der interstellaren Linien gelangt man mit Hilfe der Wachstumskurve schließlich zu einer Häufigkeitsverteilung der Elemente im interstellaren Raum: die relative Häufigkeit der Elemente H, Na, K, Ca, Ti ist bzw. 15·10⁶, 110, 15,5, 6,4, 0,07.

Physikalisches Colloquium am 1. Dezember 1939.

J. Juilfs, Berlin: Berechnung von Mehrfachkoinzidenzen.

Vortr. berichtet über eine von ihm benutzte Methode, um die Zahl der zufälligen Koinzidenzen von zwei oder mehr Zählrohren zu berechnen. Die Methode basiert auf der Einführung der Ansprechdauer τ des Zählrohrs, d. h. derjenigen Zeitdauer, während welcher die Spannung am Zählrohr einen gewissen Betrag unterschreitet. τ gibt gleichzeitig an, wie nahe aufeinander bei einem Zählrohr zwei Stöße folgen dürfen, wenn sie noch getrennt voneinander registriert werden sollen, τ ist also ein Maß für das Auflösungsvermögen. Um nun die Koinzidenzen von zwei Zählrohren zu berechnen, denkt man sich für das eine Zählrohr auf einer Zeitskala die Stoßdauern τ aller n Stöße eines bestimmten Zeitintervalls aneinander geschoben; die Anzahl von Stößen des zweiten Zählrohrs, die während der Zeitspanne $2n\tau$ vor sich gehen, ist dann gleich der Zahl der Koinzidenzen. Dieses Verfahren wird sinngemäß auf mehr als zwei Zählrohre erweitert.

E. Weber, Berlin-Dahlem: Experimentelle Bestimmung des Auflösungsvermögens von Zählrohrverstärkeranordnungen.

Vortr. hat das Verhalten von Zählrohrverstärkeranordnungen in Abhängigkeit von den speziellen Eigenschaften des Verstärkers einerseits und des Zählrohrs andererseits untersucht. Verwendet wurden dabei Zählrohre von 90 cm Länge und 5 cm Dmr., wie sie zur Messung der Höhenstrahlung benutzt werden. In der Verstärkerschaltung war ein Thyatron (Hg-Dampf-gefülltes, gittergesteuertes Entladungsgefäß) eingebaut, dessen Kippkreis die Auflösung des Verstärkers bestimmt. Da die Eigenschaften des Kippkreises leicht regelbar sind, läßt sich auf diesem Wege auch das Auflösungsvermögen des Verstärkers bequem zwischen 10⁻² und 10⁻⁷ einstellen. Bei Steigerung des Auflösungsvermögens des Verstärkers bleibt die Zahl der systematischen Höhenstrahlungskoinzidenzen zunächst konstant, nimmt dann aber von einem Knickpunkt an immer mehr ab, d. h. von diesem kritischen Punkt an zählt die Anordnung nicht mehr quantitativ. Der Grund für das Versagen der Zählrohranordnung an diesem kritischen Punkt muß im Zählrohr selbst oder den unmittelbar mit ihm zusammenhängenden Schaltelementen gesucht werden.

⁶ Vgl. G. Joos, diese Ztschr. 52, 476 [1939].

Tatsächlich ist der Knickpunkt in seiner Lage abhängig von der Größe des unmittelbar am Zählrohr liegenden Ableitwiderstandes: je kleiner dieser Widerstand ist, nach um so höherem Auflösungsvermögen rückt der kritische Knickpunkt. Mit Luft als Füllgas muß nun leider aus anderen Gründen der Widerstand eine gewisse Größe behalten, füllt man das Zählrohr aber mit Alkohol- oder Ätherdampf, so kann erfahrungsgemäß dieser Widerstand um 3—4 Zehnerpotenzen kleiner gemacht und damit das Auflösungsvermögen erheblich verbessert werden. Vortr. geht dann noch auf die Bestimmung der Zahl der zufälligen Koinzidenzen ein. Man hatte früher geglaubt, daß eine Entfernung von einigen Metern vollaufgenüge, um die systematischen (durch Höhenstrahlung bedingten) Koinzidenzen auszuschalten. Die Tatsache, daß auch bei diesem Abstand der Zählrohre eine viel zu große Zahl von Koinzidenzen beobachtet wurde, führte zur Deutung dieser Koinzidenzen als „Schauer“⁷. Es zeigte sich, daß selbst bei großem Abstand der Zählrohre (50—100 m) die Zahl der systematischen Koinzidenzen die der zufälligen noch weit überwiegt. Eine einwandfreie Messung der Zahl der zufälligen Koinzidenzen ist daher nur möglich, wenn man die Schauer durch Absorptionsschichten fernhält oder durch Verwendung von radioaktiven Präparaten die Zahl der zufälligen Koinzidenzen künstlich steigert.

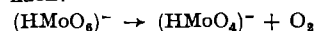
In der Diskussion wird die Frage angeschnitten, warum Zählrohre mit Alkohol- bzw. Ätherfüllung günstiger sind. W. Kolhörster führt diese Erscheinung auf verstärkte Raumladungsbildung infolge der geringeren Beweglichkeit der Alkohol- bzw. Äther-Ionen gegenüber den Stickstoff- oder Sauerstoff-Ionen der Luft zurück.

Anorganisch-chemisches Institut der T. H. Berlin. Colloquium am 23. November 1939.

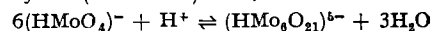
Dozent Dr. K. Fr. Jahr: Über Peroxywolframsäuren und Peroxymolybdänsäuren.

Vortr. berichtet über die Einwirkung von Wasserstoffsuperoxid auf Alkaliwolframat- und Alkalimolybdatlösungen verschiedener [H⁺]. Dabei entstehen in wasserstoffperoxyreichen Lösungen im schwach alkalischen Gebiet die Ionen WO₆²⁻ (gelb) bzw. MoO₆²⁻ (rotbraun), im sauren Bereich die Ionen HWO₆⁻ (farblos) bzw. HMoO₆⁻ (schwachgelb). Diese Anionen bilden gut kristallisierende Alkalisalze definierter Zusammensetzung.

Durch den Eintritt von Perhydroxygruppen in die Monowolframsäure verlieren deren Anionen die Fähigkeit, sich in saurer Lösung zu Isopolyanionen zu kondensieren. Erst nach dem spontanen Zerfall der Hydrogen-diperoxy-monowolframat- bzw. -molybdationen, z. B. nach:



erfolgt die Kondensation der in saurer Lösung unbeständigen Hydrogenmolybdat(wolframat)ionen, z. B. nach:



Die so entstehenden Hexamolybdat- bzw. Hexawolframationen vermögen in wasserstoffperoxydarmen Lösungen gelbe, vergleichsweise beständige Peroxy-hexamolybdat- bzw. Peroxy-hexawolframationen zu bilden. Ganz besonders fest gebunden ist das Wasserstoffperoxyd in einer Natriummolybdatlösung: Diffusionsversuche an Lösungen, die pro 1 Mol Na₂H₃MoO₆·aq 1 Mol H₂O₂ enthielten, ergaben für die Molybdänsäure und das Wasserstoffperoxyd den gleichen, für das Hexamolybdat charakteristischen Diffusionskoeffizienten D₁₀·z=0,27; dies beweist die feste Bindung des Wasserstoffperoxyds an die Isopolyensäure.

Die Anionen HMoO₆⁻ und HWO₆⁻ beschleunigen als „aktive Zwischenstoffe“ verschiedene chemische Vorgänge, an denen Wasserstoffperoxyd beteiligt ist.

⁷ Vgl. Kolhörster, Matthes u. Weber, Naturwiss. 26, 576 [1938].

RUNDSCHAU

Zur 125. Wiederkehr des Geburtstages von Julius Robert Mayer.

Am 25. November d. J. jährte sich zum 125. Mal der Tag, an dem Julius Robert Mayer als dritter Sohn des Heilbronner Apothekers „Zur Rose“ geboren wurde. Mit ihm erstand eine der für die Entwicklung der Naturwissenschaften entscheidenden Persönlichkeiten, dessen Lebensleistung in der Formulierung des heutzutage als I. Hauptsatz der Thermodynamik bekannten Gesetzes von der Erhaltung der Energie gipfelt.

Im Juni 1841 bereits hatte er an Poggendorf zwecks Aufnahme in dessen „Annalen der Physik“ die erste Fassung seiner Erkenntnis unter dem Titel „Über die quantitative und qualitative Bestimmung der Kräfte“ gesandt, aber er erhielt keine Antwort. (Ebensowenig von Christian Gottlob Gmelin in Tübingen, an den er sich gleichfalls mit der Bitte um Stellungnahme gewendet hatte.) Das Manuskript wurde erst 1881 von den Nachkommen des Redakteurs der „Annalen“ an Zöllner ausgehändigt und von diesem dann veröffentlicht.

Den Kerngedanken, der dann im Mai 1842 in der Erstveröffentlichung in „Liebigs Annalen“ in der klassischen Fassung