

Eine von Viscositätsfehlern freie Düse scheint in Meßreihe 3 der Tab. 1 vorgelegen zu haben, da für Kohlensäure direkt der richtige Wert ermittelt wurde. Noch deutlicher zeigt dies die Tab. 3, die Dichtebestimmungen

Tabelle 3.

Gas	He	Ne	Ar	Kr	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>
M	4,16	20,18	39,9	83,4	44,26	16,43	28,40	28,42	46,0	57,4
M <sub>b</sub>	4,40	21,43	39,44	82,9	44,20	16,45	26,55	28,43	46,13	57,85
ΔM	(M <sub>b</sub> - M) + 0,24 + 0,25 - 0,46 - 0,5 - 0,06 + 0,02 + 0,15 + 0,01 + 0,13 + 0,25									
C <sub>p</sub> , c <sub>v</sub>	(O <sub>2</sub> = 1)	1,18	1,17	1,19	1,2	0,93	0,93	0,93	0,89	- 0,8
K(O <sub>2</sub> = 1)	0,95	1,5	1,05	-	0,73	0,57	0,47	0,47	-	0,4

gen von solchen Gasen enthält, deren Viscositätskoeffizienten (K) sich von denen des Standardgases (O<sub>2</sub>) erheblich unterscheiden. Aus Gründen der besseren Übersicht wurde in der Horizontalspalte 4 (unter C) das Verhältnis der spezifischen Wärmen für alle Gase auf den Wert für O<sub>2</sub> = 1 bezogen. Als Bezugsgrößen in gleichem Sinne sind die in der Spalte darunter mit K bezeichneten Werte der relativen Reibungskoeffizienten aufzufassen. Weiter bedeutet M das wahre Molekulargewicht der gemessenen Gase, M<sub>b</sub> das beobachtete, ΔM die Abweichung des beobachteten vom wahren Molekulargewicht.

Während bei der Messung der Kohlensäure und der Kohlenwasserstoffe die Düse sich „ideal“ zu verhalten scheint, trifft dieses für die Edelgase nicht zu. Die hier beobachteten Abweichungen sind zwar nicht erheblich, liegen jedoch außerhalb der Fehlergrenzen und — von Ne abgesehen<sup>a)</sup> — in bestimmter Richtung. Eine teilweise Kompensation des Einflusses von C durch K ist bei Ne und Ar nicht ausgeschlossen; bei He müßten beide Einflüsse eine zur beobachteten entgegengesetzte Abweichung hervorrufen.

<sup>a)</sup> Siehe Tabelle 2.

Es muß zugegeben werden, daß eine befriedigende Erklärung für das vom Bunsen'schen Gesetz abweichende Verhalten der Edelgase auch nach den vorliegenden Ergebnissen nicht gegeben werden kann. Sieht man jedoch von den Edelgasen ab, so kann aus den übrigen Messungen gefolgert werden, daß die Bestimmung fast aller in der Praxis vorkommenden Gase mit genügender Genauigkeit nach der Bunsen'schen Methode geschehen kann. Da die Güte der Düsen die Meßgenauigkeit weitgehend beeinflußt, ist die Verwendung einer geeigneten Düse, deren Herstellung und Auswahl nach den obigen Gesichtspunkten geschah, hierbei Voraussetzung.

### Zusammenfassung.

Es werden einige verbesserte Apparate zur Bestimmung der Gasdichte nach dem Ausströmungsprinzip beschrieben. Durch Ausbildung einer geschlossenen Apparatur, innerhalb welcher das Gas durch die Düse von einer Seite zur anderen und wieder zurückgeführt werden kann, läßt sich einerseits die Dichtebestimmung ohne jeden Gasverlust ausführen, andererseits ermöglicht die Umkehrung der Strömungsrichtung, die durch Unregelmäßigkeiten der Düse auftretenden Fehler auszumerzen. Es wurde gefunden, daß Düsen, bei denen die Durchströmzeiten in beiden Richtungen gleich sind, auch die geringsten Abweichungen der Dichten vom theoretischen Wert ergeben.

Die Apparate sind für Drucke von 250 mm Hg an bis zu beliebigen Überdrücken verwendbar und können auch zur Bestimmung der Dampfdichte ebenso wie zur Untersuchung der Abhängigkeit der Dichte vom Druck benutzt werden.

Herrn Dr. Pollitzer sei auch an dieser Stelle gedankt für seine wertvollen Ratschläge und für die Förderung, die er der Arbeit zuteil werden ließ.

[A. 67.]

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### 33. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie.

München, 17. bis 20. Mai 1928.

Vorsitzender:

Direktor Dr., Dr.-Ing. E. h. A. Mittasch, Ludwigshafen.

Der Vorsitzende begrüßt die überaus zahlreich Versammelten, unter denen sich Mitglieder aus England, Holland, der Schweiz, Schweden, Dänemark, der Tschechoslowakei, Rußland und Polen befinden, und führt dann aus:

Seit dem Jahre 1897, da die Vorläuferin der Bunsengesellschaft, die Deutsche elektrochemische Gesellschaft, ihre Hauptversammlung in München abgehalten hatte, hat die Welt, und im besonderen die physikalische Chemie, große Wandlungen durchgemacht. Bei aller Verschiedenheit und bei allem Fortschritt besteht aber eine Ähnlichkeit für einst und jetzt. Die physikalische Chemie hat dauernd die Aufgabe, die Fortschritte der Schwesternwissenschaft Physik, der Chemie dienstbar zu machen, also das Gold neuer grundlegender Ideen und Ergebnisse auf dem Gebiete der Physik in Gebrauchsmünze für die chemische Wissenschaft und die chemische Technik umzuwechseln. Vor 30 Jahren war es die Elektrizitätslehre, heute sind es die Quantentheorien und Atomphysik, Röntgenspektroskopie und Kristallstrukturforschung, Einsteins photochemisches Äquivalenzgesetz und Elektronenstoß, die die physikalische Chemie im Innersten erregen und beschäftigen, Ideen, Theorien und Methoden, die an die Kernfrage der Chemie, das Wesen der chemischen Bindung und der chemischen Verwandtschaft röhren.

So wurde als Hauptthema der diesjährigen Versammlung „Die Arten chemischer Bindung und der Bau der Atome“ gewählt. Wie bei der rein elektrochemischen Tagung vor 31 Jahren spielt auch heute das Wort „elektrisch“ in den Vorträgen eine große Rolle, nur mit dem Unterschied, daß aus der Elektrochemie gewissermaßen eine Elektronenchemie geworden ist. Haben sich ja die Atome selbst, die einst als letzte materielle Bausteine der Welt betrachtet wurden, in unserer Auffassung in Systeme elektrischer Energie verwandelt, so daß man in der Elektrizität oder genauer in den Elementarladungen dieser die langgesuchte Urmaterie sieht, aus der alle Elemente und damit die ganze materielle Welt aufgebaut ist, und die geheimnisvollen Kräfte der Affinität als elektrische Kräfte erscheinen, über deren Art und Wesen wir uns immer genauere Vorstellungen zu machen suchen.

Staatsminister F. Goldenberger heißt dann die Versammlung namens der bayerischen Unterrichtsverwaltung, der Universität und der Technischen Hochschule, der Akademie der Wissenschaften und der staatlichen wissenschaftlichen Institute herzlich willkommen. Als Unterrichtsminister bedauert es der Redner, daß an den bayerischen Hochschulen für das Gebiet der physikalischen Chemie nicht schon überall Institute und Ordinate bestehen.

Oberbaudirektor Bosch, in Vertretung des Oberbürgermeisters der Stadt München, entbietet den Willkommensgruß der Stadt, Prof. Dr. K. Fajans begrüßt die Teilnehmer im Namen des Ortsausschusses. Prof. Dr. O. Hahn, Berlin, übermittelt im Namen der befreundeten Vereine die besten Grüße und Wünsche für den Verlauf der Tagung. Die große Zahl der von ihm vertretenen Vereine und Körperschaften — so Reichsgesundheitsamt, physikalisch-technische Reichsanstalt, Staatliches Materialprüfungsamt Dahlem, Verein deutscher

Chemiker, Verein deutscher Ingenieure u. a. m. — zeigt, welche Bedeutung diese der Tagung beimessen und beweist auch die Bedeutung der physikalischen Chemie für die ganze Wissenschaft und Technik.

In der geschäftlichen Sitzung wird Prof. Dr. Bodenstein, Berlin, für die nächsten zwei Jahre zum Ersten Vorsitzenden der Gesellschaft gewählt. Die nächstjährige Tagung der Bunsengesellschaft soll in Berlin stattfinden. Prof. Dr. Henri, Zürich, überbringt die Einladung zu dem am 8. Oktober 1928 in Paris beginnenden internationalen Kongreß für physikalische Chemie.

#### A. Zusammenfassende Vorträge zum Hauptthema:

##### „Die Arten chemischer Bindung und der Bau der Atome“.

A. Sommerfeld, München: „Zur Frage nach der Bedeutung der Atommodelle.“

Vortr. verweist auf die ersten Vorschläge englischer Forscher für ein Atommodell, auf Lord Kelvins elastisches Modell und sein Modell der quasi-elastischen Kräfte mit kontinuierlicher Verteilung der positiven Ladung, auf J. J. Thomson's Ausbau des letzteren und die Einführung der Planckschen Konstanten in das Wasserstoffspektrum durch Arthur Haas, auf Rutherford's Entdeckung des Atomkerns und das bekannte Atommodell von Niels Bohr und auf Bohrs Theorie des periodischen Systems. Das Paulische Prinzip präzisiert die Frage nach dem Abschluß der Schalen und weist zugleich auf die Notwendigkeit hin, dem Elektron einen vierten Freiheitsgrad zu erteilen: der „Spin“ des Elektrons von Goudsmit und Uhlenbeck (Kreiselektron oder magnetisches Elektron). Das statische oder Kuben-Modell von Lewis und Langmuir wird trotz seiner Primitivität bis zu einem gewissen Grade durch die spätere Entwicklung gerechtfertigt. Gegen die Planetenmodelle läßt sich der allgemeine Einwand erheben, daß die Elektronenumläufe nicht beobachtbar und die Stellung der Bahnen im Atom unbestimmt sind. Deshalb vermeidet Heisenbergs Quantenmechanik die Vorstellung diskreter Bahnen und ersetzt sie durch einen mathematischen Formalismus von großer Sicherheit. Zu denselben Resultaten kommt auf anderem Wege die Schrödingersche Wellenmechanik, deren wahre Bedeutung eine statistische ist. Der Ort des Elektrons ist ungenau bestimmt, nur der durchschnittliche Aufenthalt des Elektrons an jeder Stelle läßt sich ermitteln. Gerade diese statistische Kenntnis wird für die Deutung der physikalischen und chemischen Tatsachen gebraucht. Die Erklärung der Atomeigenschaften und der Spektren durch die Quantenzahlen bleibt ungeändert erhalten. Nur die Deutung ist weniger konkret. Die früheren Planetensysteme können aber auch weiterhin als anschauliche Bilder dienen, ähnlich wie die Strukturformeln der Chemie. An der Theorie des periodischen Systems wird durch die wellen- bzw. quantenmechanische Wendung nichts geändert. Die Atomphysik ist in den letzten fünfzehn Jahren stetig und geradlinig fortgeschritten. Die neue statistische Auffassung der Atommodelle bedeutet einen besonders wichtigen Fortschritt.

H. G. Grimm, Würzburg: „Allgemeines über die verschiedenen Bindungsarten.“ (Energetische Verhältnisse, Grenzen und Übergänge zwischen den Bindungsarten.)

Das vorhandene Tatsachenmaterial über die Eigenschaften der chemischen Verbindungen erlaubt bekanntlich im Zusammenhang mit unseren Kenntnissen über den Bau der Materie mehrere Typen chemischer Verbindungen zu unterscheiden, deren Auftreten darauf zurückzuführen ist, daß es mehrere verschiedene Bindungsarten gibt. Obwohl man kein allgemein anwendbares eindeutiges Kriterium kennt, aus dem man bei jeder Verbindung auf die Bindungsart schließen kann, läßt sich aus der Gesamtheit der physikalischen und chemischen Eigenschaften, aus den Valenzzahlen und aus dem Kristallgittertypus entnehmen, daß man fünf Verbindungstypen mit fünf verschiedenen Bindungsarten unterscheiden kann, wenn man sich auf die extremen Vertreter, die sich dem betr. Idealtyp weitgehend annähern, beschränkt. Vortr. charakterisiert die einzelnen Bindungsarten. Wir haben 1. die Salze, bekanntlich feste, zum Teil leichtlösliche, zumeist schwerflüchtige Stoffe, die aus Ionen aufgebaut sind und kristallisiert die so genannten „Ionengitter“ bilden; Moleküle im kinetischen Sinn

treten im Gitter nicht auf. Mit Hilfe des Bornschen Kreisprozesses läßt sich berechnen, daß bei der Verbindungsbildung diejenige Valenzstufe auftritt, bei der die meiste Energie freierwerden kann, und daß die abgeschlossenen Elektronenschalen (von besonderen Fällen wie  $Cu^{**}$ ,  $Ti^{***}$  usw. abgesehen) energetisch bevorzugt sind. Das hat zur Folge, daß viele denkbare Verbindungen, wie  $NeCl$ ,  $NaCl_2$ ,  $AlCl$ ,  $AlCl_2$ ,  $AlCl_4$ , nicht stabil und daher nicht bekannt sind (Grimm und Herzfeld). Die Tatsache, daß man etwa 70 positive, aber nur etwa 10 negative Atomionen kennt, läßt sich ebenfalls auf die energetischen Verhältnisse, insbesondere das Vorzeichen der Elektronenaffinität der Halogene zurückführen. Die 2. Gruppe bildet die Nichtmetallmoleküle, sie sind größtenteils relativ schwer kondensierbar und weisen als Kristalle geringe Härtegrade auf. Zu ihnen gehören die anorganischen Verbindungen der Nichtmetalle, wie  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $ClJ$ ,  $N_2O_5$ ,  $H_2O$ , sowie fast alle organischen Verbindungen. Von den anderen Stoffklassen sind sie zunächst dadurch unterschieden, daß sie im kondensierten Zustand durch zwei erlei Arten von Kräften, die starken innermolekularen und die schwachen zwischenmolekularen Kräfte, auf deren Schwäche die Flüchtigkeit und geringe Härte zurückzuführen ist, zusammengehalten werden. Eine besondere Rolle spielt der „Isosterismus“, d. h. die Ähnlichkeit der physikalischen Eigenschaften als Folge gleicher Summen der Elektronenzahlen und Kernladungen, z. B. bei  $CO$  und  $N_2$ ,  $N_2O$  und  $CO_2$ , sowie bei bestimmten Hydriden. Zur 3. Gruppe gehören die diamantartigen Stoffe, z. B. ( $C_{Diam.}$ ), ( $SiC$ ), ( $AlN$ ), ( $ZnS$ ), es sind feste, zumeist schwerflüchtige, schwerlösliche, vielfach harte Stoffe. Sie bilden „Atomgitter“, in denen weder Moleküle noch scharf ausgeprägte Ionen auftreten. Doch sind die Atome in diesen Gittern, im Gegensatz zu festen Edelgasen, stark gegen den Gaszustand geändert, da sie durch erhebliche Kräfte gebunden sind. Die 4. Gruppe, die Metalle, Metallverbindungen, Legierungen usw., sind zumeist feste, relativ schwerflüchtige Stoffe, die sich durch die bekannten „metallischen“ Eigenschaften auszeichnen. Sie liefern, soweit es bekannt ist, meistens einatomige Dämpfe und kristallisieren in Gittern, in denen weder Ionen noch Moleküle, noch die für diamantartige Stoffe charakteristische Bindungsart vorliegen. Die letzte Gruppe bilden die Stoffe mit zwischenmolekularen (van der Waalschen) Kräften. Es handelt sich hier um die Bindung, die zwischen den Atomen der Edelgase, bzw. zwischen den Molekülen der Nichtmetallmoleküle im kondensierten Zustand in die Erscheinung tritt. Im festen Zustand bilden sie echte Atomgitter, bzw. Molekülgitter. Im Gegensatz zu allen Stoffklassen wachsen die hier wirksamen Kräfte mit der Atom- bzw. Molekülgroße. Die Frage, ob es scharfe Grenzen oder allmäßliche Übergänge oder beide Erscheinungen zwischen den einzelnen Bindungsarten gibt, ist erst bei wenigen Verbindungsreihen zu behandeln versucht und noch nicht allgemein eindeutig entschieden worden. Tatsache ist, daß man in vielen Reihen von Verbindungen auffällige Sprünge in den physikalischen Eigenschaften findet, die auf scharfe Grenzen der Bindungsart deuten, doch gibt es andere Reihen, in denen mehr allmäßliche Übergänge auftreten; u. a. lassen die optischen Eigenschaften der Stoffe solcher Reihen verschiedene Grade der Deformation der Elektronenhüllen der Ionen und dadurch allmäßliche Übergänge vermuten. Besonderes Interesse beanspruchen schließlich noch die Stoffe, bei denen ähnlich wie bei kondensierten Nichtmetallmolekülen mehrere Bindungsarten gleichzeitig auftreten, wie beim Graphit (diamantartige und metallische Bindung), wie bei  $(NaOH)$ ,  $(H_2O)$ ,  $(H_2OClO_4)$  und vielen Komplexverbindungen. Siloxen (Kautsky) und andere Stoffe, die in Schichtengittern kristallisieren, sowie Cellulose (K. H. Meyer und H. Mark) fügen sich in eine Reihe, bei der die Zahl der Richtungen des Kristalls, in denen die unpolare, „echte chemische“ Bindung vorliegt, von 3 auf 0 sinkt, während die Zahl der Richtungen, in denen zwischenmolekulare (van der Waalsche) Kräfte wirken, von 0 auf 3 steigt.

Prof. Herzog möchte vorschlagen, in der von Grimm gegebenen Tabelle die Cellulose vorläufig wegzulassen. Grimm bezieht sich auf eine vor kurzem erschienene Veröffentlichung, in der eine Hypothese über die Konstitution der Cellulose gegeben ist, es handelt sich aber nur um eine der