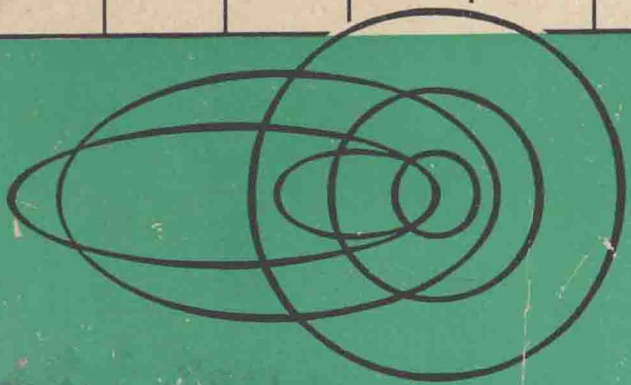
BRIGITTE SARRY

EIGENSCHAFTEN UND BAU DER ATOME

18 Ar 39,944	19 K 39,100	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,90	23 V 50,95
36 Kr 83,80	37 Rb 85,48	38 Sr 87,63	39 Y 88,92	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91
54 X 131,30	55 Cs 132,91	56 Ba 137,36	57 La 138,92 + ΣCe	72 Hf 178,50	73 Ta 180,95
86 Rn 222	87 Fr (223)	88 Ra 226,05	89 Ac 227	(90 Th) 232,05	(91 Pa) 231



EIGENSCHAFTEN UND BAU DER ATOME

VON

Dr. BRIGITTE SARRY
Dozentin für Anorganische Chemie
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Mit 32 Abbildungen und 21 Tabellen im Text

URANIA-VERLAG
Verlag für populärwissenschaftliche Literatur
Leipzig/Jena
1956

Einbandgestaltung: Karl-Heinz Lange, Leipzig

Alle Rechte vorbehalten
Urania-Verlag, Verlag für populärwissenschaftliche Literatur,
Leipzig/Jena
Printed in Germany · Lizenz-Nr. 212. 475/119/56
Satz und Druck: Druckerei „Magnus Poser" Jena

KLEINE URANIA-BÜCHEREI

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.

EIGENSCHAFTEN UND BAU DER ATOME

VON

Dr. BRIGITTE SARRY
Dozentin für Anorganische Chemie
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Mit 32 Abbildungen und 11 Tabellen im Text

URANIA-VERLAG
Verlag für populärwissenschaftliche Literatur
Leipzig/Jena
1956

Einbandgestaltung: Karl-Heinz Lange, Leipzig

Alle Rechte vorbehalten
Urania-Verlag, Verlag für populärwissenschaftliche Literatur,
Leipzig/Jena
Printed in Germany · Lizenz-Nr. 212. 475/119/56
Satz und Druck: Druckerei „Magnus Poser" Jena

INHALT

Einleitung 7

Die Entwicklung der Chemie bis zur Aufstellung des Periodensystems der Elemente 11

Einführung 11

Physikalische und chemische Vorgänge 11

Einteilung der Stoffe 13

Gemenge und reine Stoffe 13

Verbindungen und Elemente 14

Chemische Grundgesetze 16

Gesetz von der Erhaltung der Masse 16

Stöchiometrische Gesetze 17

Gesetz der konstanten Proportionen 17

Gesetz der multiplen Proportionen 20

Gesetz der äquivalenten Proportionen 21

Atomhypothese 24

Der Weg zu den chemischen Formeln 28

Zustandsgleichung der Gase 28

Molekularhypothese von Avogadro 34

Volumenverhältnisse bei Gasreaktionen 36

Bestimmung von Molekulargewichten 41

Bestimmung von Atomgewichten 43

Das Periodensystem 50

Der Bau der Atome 68

Die Elektronenhülle 68

Radioaktive Strahlung 68

Atommodell von Bohr 78
Quantenbedingungen 78
Entstehung der Atomspektren 85
Quantenzahlen 89
Nebenquantenzahl l 89
Magnetische Quantenzahl m 90
Spinquantenzahl s 95
Pauliverbot 95
Anordnung der Elektronen 97
Der Atomkern 110
Natürliche Elementumwandlung 110
Künstliche Elementumwandlung 114
Isotope 118
Zusammenfassung 127
Anhang
Wellenmechanische Darstellung des Baues der Atome . . 130

Im Text verwendete griechische Buchstaben:
α = alpha, β = beta, γ = gamma, δ = delta, ε = epsilon,
λ = lambda, μ = my, ν = ny, π = pi, ω = omega

Im Text verwendete Dimensionen:
m = Meter, mm = Millimeter, μ = Mikron, mμ = Millimy = Millimikron,
m^3 = Kubikmeter, mm^3 = Kubikmillimeter, l = Liter, g = Gramm

EINLEITUNG

Im Laufe der Jahrtausende haben sich die Menschen die Natur in vielfacher Weise dienstbar gemacht. Zufällig gewonnene Erfahrungen wurden verwertet, um die Lebensbedingungen günstiger zu gestalten. In mannigfaltiger Form fanden dabei chemische Reaktionen Anwendung, ohne daß anfänglich ihr Wesen ergründet wurde. Der Besitz des Feuers gab die erste Möglichkeit, aus den im Boden gefundenen Erzen das Kupfer und später das Eisen zu erschmelzen und daraus Geräte herzustellen, die den Lebenskampf, die Nahrungssuche und die Verteidigung erleichterten. Die Menschen lernten allmählich, die Eigenschaften der Stoffe willkürlich durch besondere Zusätze zu ändern und sie dem Verwendungszweck der Werkstoffe anzupassen. So entstand z. B. aus Kupfer und Zinn die Bronze — dem reinen Kupfer durch größere Härte überlegen —, die als Werkstoff einem ganzen Zeitalter den Namen gegeben hat. Der formbare Lehm diente zur Herstellung von Ziegeln und Gefäßen und wurde durch Brennen in eine haltbare Form überführt. Auch die in den Säften der Pflanzen schlummernden Kräfte wurden entdeckt. Man verwendete Heilmittel und Gifte lange, ehe man die Natur der wirksamen Stoffe erkannt hatte.

Im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende sammelten die Menschen einen ungeheuren Schatz von Erfahrungen, der sie in den Stand setzte, die von der Natur gebotenen Gaben immer stärker auszubeuten und sich nutzbar zu machen. Heutzutage ist unser Leben ohne

Anwendung von Chemie und Physik nicht mehr den
ja nicht mehr möglich. Wir brauchen dabei nur an die künstliche Herstellung von Treibstoffen durch Kohlehydrierung, an die Gewinnung elektrischer Energie aus Kohle oder Wasserkräften oder an die Verwendung künstlicher Düngemittel zu denken, ohne die z. B. die Hälfte aller heute lebenden Menschen nicht ernährt werden könnte.

Auf die ersten zufälligen Entdeckungen folgte die bewußte Suche nach verwendbaren Stoffen und nach Reaktionen, die ihre Herstellung ermöglichten. Besonders im Mittelalter, dem Zeitalter der Alchemie, wurde eine unermeßliche Mühe auf die Suche nach dem Stein der Weisen verwandt, dem die Fähigkeit zugeschrieben wurde, unedle Metalle in das edle Gold zu verwandeln. Bei solchen Versuchen wurde eine Vielzahl von Beobachtungen gemacht, die allmählich einen Einblick gaben in die Natur der Stoffe, in ihre Reinheit und Zusammensetzung, ihre Eigenschaften und Reaktionen, und die den Menschen anregten, immer neue Versuche anzustellen — vorerst unter Verzicht auf unmittelbare Verwertbarkeit im täglichen Leben, mit dem alleinigen Ziel, die Geheimnisse der Natur zu erforschen.

Der Wissensdrang führte zu Experimenten, die Antwort geben sollten auf die Fragen: Woraus sind die Stoffe zusammengesetzt? Welche Eigenschaften haben sie? Was geschieht, wenn sich aus zwei Stoffen ein dritter mit völlig anderen Eigenschaften bildet, und was ist der Grund für den Eintritt einer solchen Reaktion? Und wie sieht letztlich der Feinbau der Stoffe aus?

Die Erforschung der Stoffeigenschaften führte auf Grund von beobachteten Ähnlichkeiten zur Aufstellung eines ordnenden Systems für die Elemente, und schließlich erlaubten verfeinerte physikalische Methoden, einen Einblick in den Feinbau der Materie zu tun und ein Modell für den Bau der Atome aufzustellen.

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.

Verständlich bleibt menschliche Kenntnis und Erkenntnis Stückwerk. Kein Ergebnis wissenschaftlicher Forschung kann einen endgültigen Schlußstein setzen. Das Bild, das wir uns heute von bestimmten Erscheinungen machen, wird durch spätere Forschungen weiter entwickelt und abgeändert und kann durch neue Erkenntnisse sogar umgestoßen werden. Dennoch gibt uns der heutige Stand der Forschung die Möglichkeit, die gefundenen Gesetzmäßigkeiten und die beobachteten Eigenschaften der Stoffe aus der atomaren Struktur der Materie und aus dem Bau der Atome zu erklären.

Es ist das Ziel der vorliegenden kleinen Schrift, diesen heutigen Stand unserer Kenntnisse in einer Form darzustellen, die auch dem naturwissenschaftlich nicht vorgebildeten Leser die Möglichkeit gibt, sich ein Bild von der Zusammensetzung und Struktur der Materie zu machen und die Ursachen für die in der stofflichen Welt herrschenden Gesetze zu verstehen. Der erste Teil soll den Weg der Wissenschaft von der Erkenntnis der chemischen Grundgesetze über die zwangsläufige Folgerung der Existenz von kleinsten Bausteinen (Atomen) bis zur empirischen (durch Erfahrung bedingten) Aufstellung des Periodensystems der Elemente nachzeichnend verfolgen. Im zweiten Teil, in dem der Bau der Atome behandelt wird, soll gezeigt werden, daß die gefundenen Gesetze der chemischen Welt und die empirische Ordnung der Elemente eine notwendige Folge des gesetzmäßigen Aufbaues der Atome sind. Dabei muß die Darstellung hin und wieder auf eine exakte Ableitung der gewonnenen Erkenntnisse verzichten, weil diese nicht ohne bestimmte naturwissenschaftliche Vorkenntnisse durchgeführt werden kann. In einigen Fällen wird daher versucht werden, die Ergebnisse der Forschung in bewußter Vereinfachung in Form von Vergleichen anschaulich zu machen, in anderen Fällen müssen sie einfach als Tatsachen hingenommen werden.

Denn, um mit einem Vergleich zu beg-
ein Bild erfassen und uns an seiner Schönheit freuen können, ohne die Technik des Malens und die Gesetze der Malerei zu beherrschen, so können wir uns einen Eindruck von dem Aufbau der stofflichen Welt verschaffen, ohne das Handwerkszeug naturwissenschaftlicher, vor allem mathematischer Kenntnisse zu besitzen, mit dessen Hilfe diese Vorstellungen entwickelt worden sind.

Die Entwicklung der Chemie bis zur Aufstellung des Periodensystems der Elemente

EINFÜHRUNG

Physikalische und chemische Vorgänge

Die Summe der heutigen Kenntnisse, die hier dargestellt werden sollen, ist ein Ergebnis experimenteller Forschungen von zwei verschiedenen Zweigen der Naturwissenschaft, von Chemie und Physik, deren charakteristische Aufgabengebiete hier zuerst näher umrissen werden müssen.

Die Physik beschäftigt sich mit den Zuständen der Materie und deren Änderungen, während das Ziel der Chemie die Erforschung der Stoffe, ihrer Zusammensetzung und der stofflichen Veränderungen umfaßt, also den stofflichen Aufbau der Materie. Einige Beispiele mögen den Unterschied erläutern:

1. Hält man einen Platindraht in eine Flamme oder schickt man einen genügend starken elektrischen Strom hindurch, mit anderen Worten, läßt man Energie auf ihn einwirken, so beginnt er zu glühen. Bei Beendigung der Energieeinwirkung kehrt der Draht unverändert in seinen ursprünglichen Zustand zurück. Er war einer physikalischen Zustandsänderung unterworfen. Führt man das gleiche mit einem Magnesiumdraht durch, so flammt dieser auf und verbrennt unter Aussendung eines sehr hellen Lichtes (diese Eigenschaft macht man sich in der Photographie zunutze, wenn man feines Magnesiumpulver als

„Blitzlicht" verbrennt) zu einem lockeren, weißen Pulver, das völlig andere Eigenschaften hat als der ursprüngliche Magnesiumdraht. Hier ist eine chemische Reaktion vor sich gegangen; es ist ein anderer, ein neuer Stoff entstanden.

2. Wird ein Stück Eis der Einwirkung von Wärme ausgesetzt, so schmilzt es zu Wasser, das bei weiterer Wärmezufuhr ins Sieden gerät und sich in Wasserdampf verwandelt. Macht man die Wärmeeinwirkung rückgängig, so läßt sich der Wasserdampf zu Tropfen flüssigen Wassers verdichten („kondensieren"), die bei weiterer Abkühlung zu Eis erstarren. Wir haben es auch hier mit einem physikalischen Vorgang zu tun. Eis, Wasser und Dampf sind nur verschiedene Erscheinungsformen, verschiedene *Aggregatzustände* desselben Stoffes. Erhitzt man dagegen Zucker, so beginnt er nach anfänglichem Schmelzen sich zu zersetzen unter Bildung einer schwarzen, teilweise verkohlten Masse, die auch bei Abkühlung beständig bleibt und sich nicht in Zucker zurückverwandelt. Es hat in diesem Falle eine chemische Reaktion, eine stoffliche Veränderung stattgefunden.

3. Ein Platindraht erfährt, wie das erste Beispiel erkennen läßt, durch elektrischen Strom keine bleibende Veränderung. Wenn man dagegen mit Hilfe von zwei Metallelektroden elektrischen Strom durch (etwas angesäuertes) Wasser leitet, so setzt an beiden Elektroden eine Gasentwicklung ein. Durch chemische Reaktion ist eine Stoffumwandlung eingetreten, die durch Abschaltung des Stromes nicht rückgängig gemacht werden kann. Auch durch Vereinigung der beiden Gase entsteht nicht ohne weiteres wieder Wasser. (Eine derartige Zerlegung eines Stoffes durch den elektrischen Strom bezeichnen wir als *Elektrolyse*.)

Gemenge und reine Stoffe

Eine Beschäftigung mit den Stoffen erfordert zunächst eine genaue Kenntnis ihres Wesens, ihrer Reinheit und Zusammensetzung. Schon dem bloßen Auge erscheinen manche Materialien uneinheitlich, zusammengesetzt oder, wie der Fachausdruck dafür lautet, *heterogen* (heteros = fremd). So liegen in dem Gestein Granit rote Feldspatkristalle neben weiß- oder schwarzglänzenden, spaltbaren Glimmerblättchen und undurchsichtig weißen, harten Quarzkörnern. Auch der Seesand ist eine solche heterogene Substanz. Die verschiedenen Bestandteile lassen sich schon durch ihre unterschiedliche Farbe erkennen. Andere Stoffe erscheinen uns, selbst wenn wir ein Mikroskop zu Hilfe nehmen, als völlig einheitlich, *homogen* (homoios = ähnlich). So können wir weder in Kupfer oder Glas noch in Tinte oder einer Salzlösung verschiedenartige Bestandteile erkennen.

Die Homogenität ist aber durchaus noch kein Kennzeichen dafür, daß wir es mit einem reinen Stoff zu tun haben. Wird die Salzlösung erhitzt, bis alles Wasser verdampft ist, so hinterbleibt das vorher gelöste Salz als fester Rückstand: die homogene Mischung von Salz und Wasser ist in ihre Komponenten (Bestandteile) zerlegt worden. Etwas Entsprechendes geschieht, wenn in einem offenstehenden Tintenfaß die Tinte eintrocknet. Das Wasser verdunstet, und der gelöste Farbstoff bleibt als feste Substanz zurück. Salzlösung und Tinte sind also keine reinen Stoffe, sondern homogene Mischungen.

Es ist kennzeichnend für Gemenge, unabhängig von dem Aggregatzustand der einzelnen Bestandteile, daß sie durch verhältnismäßig einfache physikalische Methoden zerlegt werden können, während ein reiner Stoff dadurch nicht verändert wird. Bei Gemengen fester Stoffe läßt

sich im Falle von Granit oder Seesand die Trennung manuell (mit der Hand) vornehmen. Liegen Stoffe stark verschiedener Dichte vor, so kann der leichtere mit Wasser fortgeschwemmt werden, während der spezifisch schwerere zurückbleibt, ein Verfahren, das unter anderem bei der Goldwäscherei Anwendung findet. Bei einer eisenhaltigen Mischung kann das Eisen durch einen Magneten aus dem Gemenge entfernt werden, während die unmagnetischen Komponenten zurückbleiben. Feste und flüssige Stoffe lassen sich aus heterogenen Gemengen mit Hilfe von Filtern trennen, aus homogenen Gemengen durch Verdampfen des Lösungsmittels, wie die Beispiele von Salzlösung und Tinte zeigen. Homogene Flüssigkeitsgemische können durch Erwärmen getrennt werden, weil zuerst der leichter flüchtige Bestandteil (der mit dem tieferen Siedepunkt) verdampft. Durch geeignete Kühlvorrichtungen kann man den Dampf kondensieren und auffangen und so frei von dem zurückbleibenden, schwerer flüchtigen Bestandteil isolieren.

Neben den hier als Beispiel genannten gibt es noch eine große Anzahl anderer Methoden zur Trennung von Gemischen. Läßt sich ein Stoff durch keines dieser Verfahren bleibend verändern, so können wir schließen, daß ein einheitlicher, reiner Stoff vorliegt, d. h. ein Stoff, der in allen Teilen, unabhängig von Größe und äußerer Gestalt die gleichen physikalischen und chemischen Eigenschaften besitzt. Derartige reine Stoffe sind z. B. unser Platin- oder Magnesiumdraht, Kupfer, Glas und destilliertes (oder Regen-) Wasser. Auch das weiße Pulver, das beim Verbrennen von Magnesium entsteht und das wir Magnesiumoxyd nennen, ist ein reiner Stoff.

Verbindungen und Elemente

Verbrennen wir Magnesium in einem völlig abgeschlossenen Luftraum, so läßt sich bei geeigneter Versuchs-

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.