

als amorph betrachteten feindispersen Pigmente als scheinamorph oder „kristallogen“ bezeichnen. Dieser Kristallogenamorphie wäre die „Glasamorphie“ der grobkörnigen Schmelzprodukte gegenüberzustellen. Vom hierher gehörigen Guinetgrün hat Wöhler⁷⁾ die völlige Orientierungslosigkeit bereits nachgewiesen.

Die Strukturfrage ist deshalb für die Farbentechnik so außerordentlich wichtig, weil man von ihrer Lösung auch eine solche des Deckfähigkeitsproblems erhofft. Entgegen der alten Auffassung von der Amorphie der Deckfarben nehmen ja Goldschmidt und Gademann (a. a. O.) an, daß gerade der kristalline Zustand der Deckfähigkeit durch Lichtreflexion günstig sei. Und da die Lichtreflexion mit der Dispersitätserhöhung bis zu einem gewissen Punkt wächst, ist es nicht verwunderlich, daß gerade die feindispersen Weißpigmente die höchste Deckfähigkeit aufweisen. Und weil der Nachweis ihrer Kristallstruktur polariskopisch vielfach nicht gelingt, ist es auch nicht verwunderlich, daß sich die alte Auffassung von der günstigen Wirkung des anisotropen Zustands so lange erhalten hat. Mit weiterer Erhöhung

⁷⁾ Wöhler u. Dierksen, Ztsch. angew. Chem. 39, 13 [1926].

der Dispersität werden jedoch die Reflexionsverhältnisse immer ungünstiger (vgl. Graphit und Ruß), und es macht fast den Eindruck, daß mit dem Nachlassen der Orientierung durch Dispersitätsverringerung die Lichtabsorption zunähme. So mag es zu erklären sein, daß gerade im Bereich der Kristallogenamorphie, wie der Ruß zeigt, häufig Deckfähigkeit durch Lichtabsorption eintritt. Im Gegensatz hierzu findet man im Bereich der Glasamorphie vorzugsweise diejenigen Farbkörper, die weder stark reflektierend noch stark absorbierend sind, sondern infolge niederen Brechungsvermögens in den am meisten gebrauchten Ölbindemitteln Lasurwirkung zeigen. Eine Verallgemeinerung ist aber nicht möglich. Indischgelb z. B. fällt aus der Reihe, da es trotz seiner deutlich kristallinen Beschaffenheit ein sehr geringes Lichtbrechungsvermögen hat und danit ausgesprochene Lasurfarbe ist. Eine sichere Entscheidung über die interessanten Verhältnisse wird erst dann möglich sein, wenn das Gesamtgebiet der Körperfarben röntgenographisch völlig durchforscht ist. Es wäre dringend zu wünschen, daß sich ein Röntgeninstitut dieser schönen Aufgabe annähme.

[A. 124.]

Über Massenspektroskopie.

Von Dozent Dr. GEORG STETTER, Wien.

Vorgetragen im Bezirksverein Österreich des Vereins deutscher Chemiker.

(Eingeg. 21. April 1928.)

Mit diesem Wort bezeichnen wir eine experimentelle Methode, die schon auf verschiedene wichtige Probleme Anwendung gefunden hat: auf die Bestimmung der Isotopen und der wahren Atomgewichte, auf die Diagnose unbekannter Atomsplitter (Radioaktivität und Atomzertrümmerung) und schließlich die Feststellung der Abweichung der wahren Atomgewichte von der Ganzzahligkeit, die für die Erforschung der Kernstruktur von Interesse ist.

Die physikalischen Grundlagen der Methode sind die denkbar einfachsten. Ein elektrisch geladenes Massenteilchen, z. B. ein Gasion, erfährt in einem elektrischen Felde eine Kraft, die es, wenn es etwa positiv geladen ist, in der Richtung der Kraftlinien zu bewegen sucht und gleich ist dem Produkt der Feldstärke und der Ladung des Teilchens, unabhängig davon, ob dieses in Ruhe oder Bewegung sich befindet. Ein bewegtes Teilchen erfährt auch im magnetischen Felde eine Kraft, welche senkrecht zur Bewegung und zu den Kraftlinien wirkt, und deren Größe man erhält, wenn man das Produkt aus Ladung und magnetischer Feldstärke noch mit der Transversalkomponente der Geschwindigkeit multipliziert. Treten nun rasch bewegte Ionen, etwa eines Kanalstrahles, durch ein elektrisches und ein magnetisches Feld, so erhält man zweierlei Ablenkungen, deren Größe man leicht berechnen kann. In die betreffenden zwei Gleichungen geht dann außer den eben erwähnten Größen und den Apparatkosten noch die Masse der Teilchen ein, und zwar immer in Form des Quotienten Ladung/Masse. Da in den hier in Betracht kommenden Fällen die Ladung gleich dem elektrischen Elementarquantum oder einem kleinen ganzen Vielfachen desselben ist, hat man praktisch nur zwei Unbekannte, Geschwindigkeit und Masse, die sich daher nach Durchführung der Messung aus den beiden Gleichungen finden lassen.

Es sind sehr viele verschiedene Kombinationen der beiden Felder verwendet worden, je nach dem Zweck

des Versuchs. Der wichtigste Vorläufer der hier zu schildernden Anordnung ist die sogenannte Parabolmethode, die in Deutschland hauptsächlich von Wien und Kaufmann, in England von J. J. Thomson angewendet wurde. Dabei wurden elektrisches und magnetisches Feld einander überlagert, der durchgehende Strahl erfährt Ablenkungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen, und die Spur eines heterogenen Bündels auf einen senkrecht dazu aufgestellten Schirm ist eine Parabel, wie auch die rechnerische Betrachtung ergibt. Und zwar entspricht jedem Punkte einer Parabel eine bestimmte Geschwindigkeit, jeder Masse aber eine eigene Parabel. Die Anordnung gibt also nicht nur die Massenbestimmung, sondern auch Aufschluß über die Geschwindigkeitsverteilung. Leider ist ihre Genauigkeit nicht so groß, wie man sie z. B. zur Isotopenforschung benötigt; andererseits ist in diesem Fall die Geschwindigkeit ohne Interesse. F. W. Aston hat nun eine Anordnung verwendet, bei der unter Verzicht auf die Geschwindigkeitsmessung eine viel größere Genauigkeit der Massenbestimmung (1%) erreicht wird. und die er „Massenspektrograph“ nennt. (Der Auffangschirm ist bei ihm eine photographische Platte.) Das elektrische und magnetische Feld werden nacheinander durchlaufen, die Kraftlinien stehen aufeinander senkrecht, die Ablenkung erfolgt daher in der gleichen Ebene, aber mit verschiedenen Vorzeichen. Das erstere ermöglicht die Verwendung eines sehr feinen, lineararen Spaltes zur Ausblendung des erforderlichen, nahezu parallelen Bündels (die Parabelanordnung erfordert Lochblenden, also kleinere Intensität). Das Wichtigste aber ist, daß man durch richtige Wahl der geometrischen Abmessungen und der Feldstärken erreichen kann, daß Strahlen verschiedener Geschwindigkeit, wenn sie nur die gleiche Masse haben, in einem Punkte vereinigt werden, während verschiedene Massen verschiedene Endablenkungen erfahren, so daß man tatsächlich ein Massenspektrum erhält, das noch dazu in

seinem Verlauf der Massenskala fast genau linear proportional ist, wenn man die Auffangfläche richtig aufstellt. Mit der auf diese Weise erreichten Präzision hat Aston in den letzten Jahren die Erforschung der Zusammensetzung der Elemente aus Isotopen nahezu durch das ganze periodische System durchgeführt. Eine wertvolle Ergänzung bieten die Untersuchungen von J. Dempster, insbesondere was die relativen Intensitäten, d. h. also das Mischungsverhältnis der einzelnen Isotopen anlangt; er benutzt zum Nachweis nicht die photographische Platte, sondern das Elektrometer. Das Prinzip seines Apparates ist ein ganz anderes: er lenkt die positiven Strahlen gar nicht in einem elektrischen Feld ab, sondern benutzt schon zu ihrer Beschleunigung ein möglichst gut definiertes Potentialgefälle, das ihm dann zur Berechnung gleichfalls die notwendigen Daten liefert; der Weg der Strahlen im Magnetfeld ist ein Halbkreis, wodurch sich eine gewisse Konzentration bewirken lässt. Es würde zu weit führen, auf die bei diesen Untersuchungen erzielten hochinteressanten Ergebnisse im einzelnen einzugehen.

Für einen ganz anderen Zweck, nämlich zur Analyse der rasch bewegten Korpuskeln, wie sie bei den radioaktiven Erscheinungen und bei der Atomzertrümmerung auftreten, hat der Verfasser dieser Zeilen einen Apparat gebaut, der das gleiche Prinzip wie Aston verwendet, jedoch im einzelnen den Besonderheiten der Aufgabe angepaßt ist. Die außerordentlich geringe Intensität der Strahlung zwingt zu möglichst gedrungener Konstruktion, zur Verwendung eines besonderen „Parallelspaltsystems“, um ein genügend paralleles und doch nicht zu enges Strahlbündel zu bekommen usw. Es zeigt sich, daß es unter Ausnutzung aller Vorteile gerade noch möglich war, mit der vorhandenen Intensität auszukommen und doch die erforderliche Genauigkeit mit Sicherheit zu erreichen. Experimentelle Besonderheiten des Apparates sind noch das durch die große Härte (Geschwindigkeit) der Strahlen bedingte hohe elektrische Feld (über 10^8 Volt/cm) und das demnach erforderliche gute Vakuum (10^{-6} mm Hg). Es ist neben weiterer Erforschung der radioaktiven Strahlungen mit dieser Anordnung gelungen, die Diagnose der Atomtrümmer, also der zunächst unbekannten Teilchen, die von den gewöhnlichen (nicht radioaktiven) Elementen ausgeschleu-

dert werden, wenn man sie mit α -Strahlen beschießt, durchzuführen. Sie erwiesen sich in allen bisher untersuchten Fällen als „H-Strahlen“, nämlich als rasch bewegte Wasserstoffkerne. Es ist klar, daß diese Tatsache für die Theorie des Atomkernaufbaus von größter Bedeutung ist.

Mit der Erforschung des Aufbaues des Atomkerns befaßt sich schließlich auch die dritte Untersuchung, die nach der massenspektroskopischen Methode, wiederum von Aston, z. B. auch von J. L. Costa, ausgeführt wurde. Es ist bekannt, daß die chemischen Atomgewichte im allgemeinen keine ganzen Zahlen (für O = 16) sind, daß dies dagegen sehr nahe der Fall ist für die Gewichte der einzelnen Isotopen, aus denen die chemischen Elemente sich zusammensetzen. Daß die Regel der Ganzzahligkeit auch hier nicht absolut genau erfüllt ist, dafür waren schon im Anfang der Isotopensforschung Andeutungen gefunden worden. Am auffallendsten und schon lange bekannt ist ja diese Abweichung beim isotopenfreien Wasserstoff, dessen Atomgewicht erheblich größer ist als O₁₆, während sein Nachbar, Helium, ein Atomgewicht

von fast genau O₄ hat. Wenn nun der Kern des Heliumatoms, wie man heute allgemein annimmt, aus vier Wasserstoffkernen (und zwei Elektronen, deren Masse hier keine Rolle spielt) aufgebaut ist, so muß beim Zusammentritt der Kernbestandteile des Heliumatoms ein Massenverlust eingetreten sein; dieser entspricht offenbar der Abnahme an elektrischer Energie bei Annäherung der verschiedenen geladenen Teilchen. Und zwar erhält man den Massenverlust einfach, indem man jene elektrische Energie durch das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit dividiert. Umgekehrt kann man also, wenn man den Massendefekt kennt, jene Differenz an potentieller Energie, das ist aber die Bindungsenergie des betreffenden Atomkernes, berechnen. Zu diesem Zwecke hat man also mit Massenspektrographen außerordentlicher Präzision nochmals die Masse einiger Atomarten gemessen; die Resultate scheinen zu interessanten Schlüssen zu führen, die auch zu den Resultaten der Atomzertrümmerung in gewisser Beziehung stehen. Hier kann darauf noch nicht näher eingegangen werden, zumal diese Untersuchungen noch keineswegs abgeschlossen sind.

[A. 63.]

Analytisch-technische Untersuchungen.

Vorkommen von Arsen im Tabak.

Von Dr. H. Popp.

Institut für gerichtliche Chemie und Mikroskopie Prof. Dr. G. Popp und Dr. H. Popp, Frankfurt am Main.

Vorgetragen in der Fachgruppe für gerichtliche, soziale und Lebensmittelchemie auf der 41. Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker am 1. Juni 1928 in Dresden.

(Eingeg. 1. Juni 1928.)

Die Wirkung des Tabaks auf den Organismus wird nicht nur dem Nicotin, sondern auch anderen Stoffen zugeschrieben, und unter diesem Gesichtspunkt ist die Mitteilung in der süddeutschen Apothekerzeitung 1928, Heft 5, von Interesse, in welcher berichtet wird, daß der amerikanische Chemiker Remington bei häufigen Untersuchungen von amerikanischen Rauch- und Kau-tabaken Arsen gefunden hat, und zwar auf eine Million Gewichtsteile Tabak 6–30 Teile Arsen.

Im Rahmen der in unserem Institut ausgeführten Tabakuntersuchungen wurden daher auch in einzelnen

Sorten verschiedener Herkunft Arsenbestimmungen ausgeführt. Da die Resultate als günstiger angesehen werden müssen als diejenigen der amerikanischen Untersuchungen, mögen sie hier wiedergegeben werden.

Je 200 g Tabak wurden nach gründlicher Zerkleinerung nach Neumann-Warschawski in der Modifikation nach Järvinen mineralisiert. Zu diesem Zweck wurde der Tabak zuerst mit rauchender Salpetersäure in einer Porzellanschale erhitzt. Nachdem die Gefahr des Überschäumens durch längeres Kochen behoben war, wurde das Material in einen Zwei-Liter-Kjeldahlkolben übergespült und bis zur völligen Zerstörung auf offener Flamme weiterbehandelt. Sodann war