

VERSAMMLUNGSBERICHTE

Physikalisches Institut der Universität Berlin.

Colloquium am 12. Juli 1940.

K. Wirtz, Berlin-Dahlem: Isotopentrennung mit der Ultrazentrifuge.

Die Ultrazentrifuge hat in zweierlei Hinsicht besondere Bedeutung: 1. zur Molekulargewichts- und Formbestimmung hochmolekularer Stoffe, 2. zur Trennung verschiedener Teilchen, u. a. auch von Isotopen. Diese Wirkungen kommen dadurch zustande, daß in einem Schwerefeld Teilchen verschiedenen Gewichts und verschiedener Gestalt sowohl verschiedene schnell sedimentieren als auch im Sedimentationsgleichgewicht eine verschiedene Gleichgewichtslage einnehmen. Beide Effekte können sowohl zur Molekulargewichtsbestimmung als auch zur Trennung benutzt werden.

Der Zusammenhang zwischen Sedimentationsgeschwindigkeit und Masse z. B. kann folgendermaßen abgeleitet werden: Betrachtet man ein gelöstes Teilchen im Zentrifugalfeld, so halten sich Schwerkraft und Reibungskraft das Gleichgewicht:

$$M(1 - V\rho)\omega^2 x = f \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

M = Masse; ρ = Dichte der Lösung; V = spezifisches Volumen des Teilchens in der Lösung; f = Reibungskonstante; ω = Winkelgeschwindigkeit; x = Abstand vom Zentrum.

Bedenkt man, daß $f = \frac{kT}{D}$, D = Diffusionskonstante, so folgt:

$$M = \frac{kT}{D(1 - V\rho)} \cdot \frac{dx/dt}{\omega^2 x}$$

Dies ist der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit dx/dt und der Masse M . Nach längerem Zentrifugieren erreicht man den Gleichgewichtszustand. Sedimentation und Rückdiffusion halten sich das Gleichgewicht. Dies führt sofort zu dem Ausdruck:

$$M = \frac{2RT \ln c_2/c_1}{(1 - V\rho)\omega^2(x_2^2 - x_1^2)} \quad (2)$$

der angibt, wie das Konzentrationsverhältnis c_2/c_1 an zwei Stellen x_2 und x_1 von der Masse abhängt. Formunterschiede wirken sich in veränderter Reibung aus. Alle diese Überlegungen gehen auf Svedberg¹⁾ zurück.

Bei der Trennung isotoper Moleküle fragt man nach dem Trennfaktor:

$$s = \frac{(c_2/c_1)}{(c_2/c_1)} \frac{\text{Achse}}{\text{Peripherie}} \quad (3)$$

Aus (2) kann man sofort ableiten:

$$s = e^{(M_2 - M_1)\omega^2 x_0 / RT} \quad (4)$$

(α = eine Konstante). D. h. die Massendifferenz und nicht etwa das Massenverhältnis ist maßgebend für die Trennung. Dies macht die Ultrazentrifuge für die Isotopentrennung besonders geeignet.

Von den neueren Versuchen zur Isotopentrennung werden besonders die von J. W. Beams²⁾ u. Mitarb. erwähnt. Sie benutzen eine sog. Verdampfungszentrifuge. Sie besteht aus einem rotierenden Hohlkörper, dem die Substanz, z. B. Chloräthyl, mit dem Ziel der Chlorisotopentrennung durch eine hohe Achse dampfförmig zugeführt wird. Im Innern kondensiert die Substanz, und unter der Einwirkung des großen Schwerefeldes (rd. 1000 U/s entsprechend dem rd. 200000fachen der Erdschwere) sammeln sich die schwereren Teilchen an der Peripherie. Pumpt man dann während des Betriebes durch die Achse die Substanz successive ab, so erhalten die ersten Fraktionen bevorzugt leichte, die letzten schwere Isotope. So erhalten sie z. B. Proben, deren Chlorisotopenverhältnis um rd. 12% verschieden ist. Ähnliche Versuche hat R. F. Humphreys³⁾ mit Bromäthyl mit entsprechendem Erfolg gemacht.

Schramm, Berlin-Dahlem: Neuere Arbeiten mit der Ultrazentrifuge; Anwendungen aus dem Gebiet der Eiweißchemie.

Vortr. berichtet über den Aufbau einer Ultrazentrifuge im KWI für Biochemie und die bisher damit erzielten Ergebnisse im Zusammenhang mit anderwärts in Betrieb befindlichen Zentrifugen und den dort gewonnenen Resultaten. Zum Antrieb wird ein Luftkreisel benutzt, d. h. ein Kegel schwebt mit der Spitze nach unten in einem genau passenden Trichter, wobei er durch zwischen Kegel und Trichter eingeschlascene Luftströme in der Schwebefuge gehalten und gleichzeitig in schnelle Umdrehung versetzt wird. Unten an der Spitze des Kegels hängt an einer Achse der eigentliche Rotor, der im Vakuum läuft (Achsenabdichtung gegen Atmosphärendruck). Bei dieser Anordnung ist die Geschwindigkeitsgrenze durch die Zerreißfestigkeit des Rotormaterials (Aluminiumlegierung) gegeben. Die Zentrifuge konnte mit 45000 Touren betrieben werden, was einer Zentrifugalkraft von höchstens 150000 g entspricht ($g = \text{Erdbeschleunigung}$). Die Reibung dieser Anordnung ist so klein, daß

¹⁾ Die Ultrazentrifuge, Steinkopff 1940. Genaueres über die Theorie der Ultrazentrifuge vgl. Kolloid-Z. 85, 120 [1938].

²⁾ Physic. Rev. 56, 266 [1939]; 57, 359 [1940].

die Zentrifuge erst nach sehr langer Zeit (Größenordnung 1 Tag) von selbst zum Stehen kommen würde; es wurden daher entgegen gesetzt gerichtete Luftströme als Bremsung eingeschaltet. Die zur Bestimmung der Sedimentationskonstanten benötigte Materialmenge ist außerordentlich klein, z. B. 0,5 cm³ Flüssigkeit. Sehr wichtig für schnelles Arbeiten ist eine geeignete optische Methode zur Bestimmung der Konzentration; hier wurde eine Art Schlierenmethode benutzt.

Vortr. geht dann auf die Ergebnisse an hochmolekularen Substanzen ein, die von Svedberg u. Mitarb. mit der Ultrazentrifuge gewonnen wurden⁴⁾. Die Proteine sind Teilchen von völlig definierter Zusammensetzung und als Moleküle anzusprechen. Auf dem Gebiet der Eiweißstoffe sind nur ganz bestimmte Molekulargewichte, u. zw. Vielfache einer bestimmten Grundeinheit möglich, nämlich nur Vielfache von etwa 17000, die sich als Potenzen von 2 und 3 nach der Formel $M = 2^u \cdot 3^m \cdot 17000$ darstellen lassen. Kleinere Abweichungen sind wahrscheinlich durch die verschiedenartige Zusammensetzung der Eiweißstoffe bedingt; doch betragen diese Abweichungen höchstens 10%. Aus Reibungskonstantenüberlegungen ergab sich im großen und ganzen kugelförmiger Charakter der Eiweißmoleküle. Die Kräfte, die den innermolekularen Zusammenhang bewirken, sind z. T. recht gering; irreversible Aufspaltung ist durch Ultraschall und Ultraviolettbestrahlung möglich, reversible Dissoziation bei pH-Änderungen, letzteres jedoch nur in ganz definierten Zuständen. Zum Vergleich zieht Vortr. auch neuere Übermikroskopbilder (Tabakmosaikvirus, Mol.-Gew. 23000000) heran und geht zum Schluß auf neuere Strukturmodellvorstellungen ein, die man sich machen kann, um die Auswahl bestimmter Massenzahlen verständlich zu machen.

Colloquium am 6. September 1940.

R. Gebauer, Berlin: Über einen neuen Effekt der Asymmetrie der Strahlung von H-Kanalstrahlen im elektrischen Feld.

Vortr. beginnt mit einem kurzen Überblick über die Entdeckung des Starkeffekts, seine Eigentümlichkeiten und die theoretische Deutung, insbes. des Starkeffekts höherer Ordnung. Schon in den früheren Untersuchungen konnte man bei genauerer Beobachtung feststellen, daß nach der Aufspaltung die Breite der Linien nur für völlig homogenes Feld wirklich genau gleich war. Diese Beobachtung gab den Anlaß zu den weiteren Untersuchungen des Vortr. in inhomogenem Feldern, von denen der vorliegende Vortrag handelt. Der Kanalstrahl durchläuft den Raum zwischen zwei in kleinem Abstand (Größenordnung 1/2 mm) einander gegenübergestellten Platten, die jetzt nicht mehr streng parallel sind, sondern etwas auseinanderlaufen. Die Beobachtungsrichtung (visuell oder photographisch) ist senkrecht zum Kanalstrahl, parallel zu den Platten in beiden Richtungen. Schon visuell ergab sich, daß die Lichtemission in den beiden Beobachtungsrichtungen verschieden war, sobald die Platten etwas gegeneinander geneigt waren (Größenordnung der Neigung 1:10), u. zw. ergab sich in Richtung zunehmenden Feldes für die kurzwellige Komponente größere Linienbreite als für die langwellige, und umgekehrt in Richtung abnehmenden Feldes. Vortr. diskutiert nun die Einflüsse, die bei der vorliegenden Anordnung überhaupt auf die Linienbreite einwirken können, und kommt zu dem Schluß, daß keiner der von außen möglichen Einflüsse den Effekt hervorrufen kann (er ist auch in Abklingleuchten vorhanden!). Es kann sich also nur um eine Eigenschaft des strahlenden Atoms selbst handeln. Demnach liegt die Tatsache vor, daß hier eine Lichtquelle, von zwei verschiedenen Richtungen aus betrachtet, verschieden aussieht. Eine Erklärung dieser Erscheinung ist zurzeit kaum möglich und ist erst nach weiterer experimenteller und theoretischer Arbeit zu erwarten.

¹⁾ Vgl. a. den Aufsatz von Schramm, „Neuere Verfahren zur Reindarstellung von Proteinen“ im 1. Januarheft 1941 dieser Zeitschr.

NEUE BUCHER

Zur Viskosität. Von B. Ubbelohde, 3. verm. und verb. Aufl. 54 S., 11 Abb. Anhang: Umwandlungstabellen für Viskosität. S. Hirzel, Leipzig 1940. Preis geb. RM. 10,—.

Die Zähigkeit spielt in vielen Erscheinungen und Vorgängen eine bedeutende Rolle. Es ist deshalb begrüßenswert, daß das Buch von Ubbelohde über die Viskosität, das nunmehr in dritter Auflage erscheint, eine klare Darlegung der Temperaturabhängigkeit der Zähigkeit und ihrer Bestimmung auf Grund von Messungen im Ubbelohdeschen Viskosimeter bringt. Als Neuerungen seien erwähnt die Verbesserung der Umrechnungszahlen für die technischen Maße sowie der Ersatz des sich leicht verzehrenden Meßdreieckes (zur Bestimmung der Polhöhe) durch ein Viskositäts temperaturblatt, aus dem die Polhöhe graphisch ermittelt werden kann.

v. Philippovich. [BB. 171.]

Berichtigung.

Hydroxyde und Oxydhydrate, von R. Fricke und G. F. Hüttig, ist nicht, wie auf Seite 515 fälschlich angegeben, in der Akadem. Verlagsanstalt Berlin, sondern bei der Akadem. Verlagsges. Leipzig erschienen.