

Physikalische Gesellschaft Württemberg-Baden

Freiburg/Breisgau, 11. Dezember 1949

E. SCHOPPER, Weissenau: *Die photographische Platte als Meßinstrument der Kernphysik.*

Mit besonderen Emulsionen gelang es, quantitative Messungen bei Kernreaktionen und in der Höhenstrahlung vorzunehmen. Dabei spielt die Dichte der Silberkörner der photographischen Schicht die wichtigste Rolle. Es gelingt, Platten mit 80% Silberbromid und 20% Gelatinegehalt herzustellen.

Um möglichst tiefe räumliche Bilder zu erhalten, wurde die Dicke der Emulsionsschicht bis 800 μ gesteigert. Gleichmäßiges Ausentwickeln auch der tiefer liegenden Schichten wird erreicht, indem die exponierte Platte bei tiefer Temperatur in den Entwickler gelegt und erst nach einiger Zeit erwärmt wird. Besondere Aufmerksamkeit muß der Veränderung der Platte durch Kontraktion bei dem Entwicklungsvorgang gewidmet werden, um eine genaue Ausmessung der Bahnspuren zu gewährleisten.

In einem Diagramm wird für verschiedene Platten die Korndichte in Abhängigkeit der Energie für bestimmte Teilchen gezeigt. Da die Empfindlichkeit für das einzelne Korn so gesteigert werden konnte, daß ein Teilchen im Minimum seiner Ionisation nachzuweisen ist, lassen sich durch geeignete Wahl der Platte die Teilchen einwandfrei unterscheiden. In einem Diagramm wird die Kornzahl für eine bestimmte Platte in Abhängigkeit der Restreichweite von μ -Meson, π -Meson, Proton, Triton und α -Teilchen wiedergegeben. Bemerkenswert ist, daß bei außerordentlich empfindlichen Platten (z. B. NT 4) eine Grenze durch Regression (Rebromieren) besonders bei der Anwendung für die Höhenstrahlung gesetzt ist, d. h. daß nach einiger Zeit die latenten Stellen in der Emulsion, die durch das Eindringen des Teilchens verursacht werden, wieder verschwinden.

G. MOLIÈRE, Hechingen: *Die harten Schauer.*

Heisenberg nimmt an, daß beim Stoß Nucleon-Nucleon in einem einzigen Prozeß gleichzeitig mehrere Mesonen entstehen, Heitler und Janossy, daß bei einem Nucleon-Nucleon-Stoß nur 1 Meson entsteht und die Schauer durch nacheinander erfolgende Einzelprozesse im gleichen Kern zustande kommen. Zur Prüfung wurden die vorliegenden Messungen an harten Schauern, die mit Wilson-Kammern, Zählrohranordnungen und hauptsächlich Photoplatten in verschiedenen Höhen gemacht worden sind, ausgewertet. Bei Nucleonstößen entstehen in Photoplatten sog. „Sterne“, bei denen neben wenigen dicken, kurzen Spuren von Kerntümmern, die nach allen Richtungen wegfliegen, viele charakteristische lange Mesonen-Spuren in engem Winkel aus dem Kern austreten. Ausgelöst wird der Prozeß meist durch ein ebenfalls an seiner Spur erkennbares Proton. Neben Protonen sind noch andere auslösende Teilchen festgestellt worden, wie Neutronen, α -Teilchen, Li-Kerne u. a. Die meisten Sterne sprechen für die Gültigkeit der Heisenbergschen Theorie. Eine Aufnahme liegt vor, bei der ein ankommendes Proton nacheinander 2 Sterne macht. Dieser Prozeß spricht für die Theorie von Heitler und Janossy. Eine Kombination von beiden Theorien wird für wahrscheinlich erachtet.

H. LAUCKNER, Nürnberg: *Nachweis von Hg-Dampfspuren mittels Widerstandsänderung an Selen-Oberflächen.*

Auf ein Eisenblech mit glasier Selen-Schicht wurden zwei längliche, parallele Elektroden aus niedrigschmelzenden Metall-Legierungen aufgespritzt. Das Ganze, bis auf den wenige mm breiten Zwischenraum, wurde mit einer schützenden Lackschicht überzogen. Der sehr hohe Widerstand der Selen-Schicht sinkt, sobald Hg-Dampf anwesend ist. Wesentlich empfindlicher kann der Nachweis gestaltet werden, wenn man die Selen-Schicht einige Zeit bei Zimmertemperatur mit gesättigtem Hg-Dampf in Berührung bringt und die dabei gebildete irreversible Hg-Selenid-Schicht durch einen Nadelstrich zerstört. Hiermit kann eine Empfindlichkeit von 10^{-6} Torr erreicht werden. Nach wenigen Tagen wird die Anordnung unempfindlich, da eine Hg-Selenid-Schicht entsteht, aus der das Hg bei Berührung mit reiner Luft nicht mehr abdampfen kann. Doch kann durch einen neuen Nadelstrich die Anordnung wieder empfindlich gemacht werden. Als Spannungsquelle diente eine 50 Volt Anodenbatterie, als Anzeige ein Milliampereometer.

P. BRAUER, Mosbach: *Über ein Modell und die Reaktionskinetik von Phosphoren, die für Ausleuchtung sensibilisiert sind.*

Die Deutung des Verhaltens der vom Vortr. u. a. 1941 gefundenen Erdalkalisulphidphosphore mit 2 Aktivatoren führt bei alleiniger Anwendung der Schönschen Theorie der Zweibandphosphore zu Schwierigkeiten. Vortr. schlägt daher vor:

Der eine Aktivator, in den untersuchten Fällen einzelne im SrS-Gitter sitzende Eu-, Ce-, Pr- oder Mn-Ionen, verhält sich entsprechend der Schönschen Theorie.

Beim 2. Aktivator – im untersuchten Fall 3-wertiges Sm – soll nun die Anregung nicht in der Abgabe, sondern in der Aufnahme eines Elektrons bestehen. Bei Anregung des Aktivators 1 wirken diese neuen Terme genau wie die „Haftstellen“. Sie liegen aber erheblich weiter unterhalb der L-Bandgrenze als diese, und die dort gespeicherten Elektronen sind bei Normaltemperatur praktisch völlig stabil. Ausheizbar sind sie nur bei höherer Temperatur als die Haftstellenterme, dabei aber unter Verlust an Lichtausbeute wegen störender nichtleuchtender Konkurrenz-

prozesse, wodurch sich die Erscheinung einer gegenüber der Ausleucht-baren verminderten ausheizbaren Lichtsumme erklärt.

Falls, etwa wie beim Ce, die Terme des Aktivators 1 so tief liegen, daß nach ihrem Freiwerden Elektronen aus dem besetzten Band durch „Ausheizen“ dorthin gelangen können, so werden im unteren Band Plätze frei, welche nunmehr von den im Aktivator 2, Sm, gespeicherten Elektronen erreicht werden können. In diesem Fall erscheint beim Ausheizen das Sm-Spektrum, beim Ausleuchten auf Grund des vorher beschriebenen Prozesses das Ce-Spektrum, ebenfalls in Übereinstimmung mit dem Experiment. Mit dem neuen Modell kann auch die Kinetik der verschiedenen auftretenden Phänomene quantitativ verstanden werden. Eine Hauptstütze erblickt Vortr. in folgendem:

Scott, Thompson und Ellickson¹⁾ haben den zeitlichen Verlauf der Lichtemission bei Ausleuchtung derartiger Phosphore mit Einsatz einige Zeit nach Anregung und Abklingen des Nachleuchtens bei gewöhnlicher Temperatur gemessen. Vortr. berechnete darauf denselben zeitlichen Verlauf durch Aufstellung der entsprechenden Differentialgleichungen und deren numerische Lösung, wobei die zunächst noch unbekannten Konstanten wie Übergangswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Term-paare usw. aus einer entsprechenden Zahl von einzelnen Punkten der amerikanischen Messungen gewonnen wurden, und kommt dabei zu einer praktisch vollkommenen Übereinstimmung mit dem Experiment. Auch bei anderen Meßreihen ergab sich Übereinstimmung zwischen Rechnung und Experiment.

F. RÖSSLER, Weil: *Ein Verfahren zur Temperaturbestimmung leuchtender Flammen.*

Es wurden die Beziehungen zwischen der Farbtemperatur F und der wahren Temperatur T in mit Sauerstoff-Unterschuß brennenden, leuchtenden Kohlenwasserstoff-Flammen untersucht und mit der Hefnerlampe, für die sehr viele experimentelle Bestimmungen vorliegen, verglichen. Für die Rußteilchen als streuendes Medium kann die Mie'sche Theorie angewendet werden. Der Absorptionskoeffizient ist umgekehrt proportional zu λ^n . Für Flammen ist im sichtbaren Gebiet n konstant. Für die Hefnerlampe ist $n = 1,47$ bis ins UV-Gebiet. Durch Entwicklung der Planckschen Strahlungsformel und Vergleich mit der Farbtemperatur um eine mittlere Wellenlänge λ_0 die zu 5000 Å angenommen wurde, erhält man als genaue Beziehung $1/T = 1/F + \lambda_0 \cdot Dn / \{const. (eD-1)\}$. Auch die Näherung $1/T = 1/F + (\lambda_0 n / const.) (1-D/2)$ ist bei der Hefnerlampe noch auf 0,1% genau. Zur Bestimmung der Schichtdicke D muß die Farbtemperatur und die schwarze Temperatur gemessen werden und D aus der Differenz berechnet werden. Außer aus dem Absorptionskoeffizienten kann n auch aus der Dichte der Rußteilchen, die man aus der Menge der an einem kalten Gegenstand niedergeschlagenen Rußmenge erhalten kann, berechnet werden. Nach diesem Verfahren wurde die Temperatur in der leuchtenden Flamme einer Benzol-Lampe zu 2200° K bestimmt. Für die nichtleuchtende Flamme wurde eine Temperatur von 1450° K berechnet. Bisher wurde in beiden Flammenteilen die gleiche Temperatur angenommen. Die Temperatursteigerung der leuchtenden Flamme wird durch Zustrom von Radikalen aus der umgebenden Gasatmosphäre erklärt.

W. VOGEL und **K. WEDEGÄRTNER**, Köln: *Über die optischen Eigenschaften von Polystyrol.* (Vorgetr. von W. Vogel).

King, Hainee und Ionnet haben die Absorption von Polystyrol im ultraroten Spektralgebiet bei 4...15 μ gemessen. Vortr. untersuchten Polystyrol im Sichtbaren und im nahen UV bei 0,3...3 μ . Die untersuchte Probe ist ein Polymerisations-Produkt vom mittleren Molekulargewicht 180 000, aus der Vortr. ein Prisma herstellten, das sie in einen Zeiss-Spektrographen stellten. Der Brechungsindex ist im ganzen Beobachtungsgebiet größer als der von Quarz und von Plexiglas und kleiner als der von Flintglas. Die Dispersion $dn/d\lambda$ ist größer als die von Quarz und Plexiglas und im ganzen Bereich etwa gleich der von Flintglas. Die Absorption entspricht im wesentlichen der von Plexiglas, d. h. von 1 μ an aufwärts finden Vortr. Absorptionsbanden und von 0,3 μ an abwärts sehr große Absorption.

Bei der Herstellung der Prismen entstanden meist Spannungszustände. Um sie zu beseitigen, wurden die Prismen etwa hundert Stunden getempert, indem sie auf 70° C, also bis auf 10° unter den F_p erwärmt wurden. Gezogene Folien zeigen Doppelbrechung und eine Phasenverschiebung (etwa 67) zwischen ordentlichem und außerordentlichem Strahl, die doppelt so groß ist wie die von Plexiglas und von Flintglas (etwa 35).

In der Diskussion bemerkten u. a. Prof. Mecke, daß die Banden ab 1 μ Benzolbanden sein werden, da Polystyrol zu 90% aus Benzol besteht, und Prof. Brüche, daß es im Gegensatz zu anderen Kunststoffen eine sehr geringe Ultraschall-Absorption besitzt.

H. SCHÜLER und **L. REINEBECK**, Hechingen: *Über ein neues OD-Spektrum im Sichtbaren.* (Vorgetr. von L. Reinebeck).

1943 fand H. Schüler ein Spektrum des H₂O im Sichtbaren. Die Zuordnung ergab, daß alle beobachteten Schwingungen angeregten Elektronenzuständen entsprachen und daß das Spektrum erstaunlich einfach für eine dreiatomige Molekel war. Vortr. untersuchen daher D₂O, und zwar in der positiven Säule in ihrer bekannten Glimmentladungsapparatur.

¹⁾ J. opt. Soc. Amer. 39, 64 [1949].

Die zahlreicheren Banden des D_2O -Spektrums erlauben eine genauere Zuordnung und zeigen Abweichungen vom H_2O -Spektrum. Da ein Gemisch von H_2O und D_2O teilweise in HDO übergeht und da das Spektrum des letzteren nicht in Erscheinung tritt, schließen Verf., daß auch H_2O und D_2O nicht die Träger des Leuchtens sind, sondern daß OH^- bzw. OD^- oder OH^+ bzw. OD^+ diese Rolle spielen. Neutrales OH bzw. OD ist jedoch auszuschließen, da deren bekannte Zustände mit den gemessenen Frequenzen in Widerspruch stehen.

Um aus den verbleibenden Möglichkeiten die Zutreffenden zu ermitteln, sind Feinstruktur-Untersuchungen vorgesehen, denn im negativen Glimmlicht ließ sich ebenfalls keine Klärung erzielen. Jedenfalls handelt es sich nach Ansicht der Vortr. bei den angegebenen Banden um Übergänge zwischen noch nicht bekannten Termen. Die Dissoziationsenergien sollen berechnet werden.

H. SCHARDIN, Weil a. Rh.: *Der heutige Stand der Hochfrequenz-kinematographie.*

Es wurde ein Überblick gegeben über die vorhandenen Methoden zur Analyse schneller Vorgänge mittels HF-Kinematographie. Der Bereich der zu analysierenden Geschwindigkeiten umfaßt mechanische Bewegungen von etwa 1 bis 300 m/sec und den Bereich der Schallgeschwindigkeiten in verschiedenen Medien bis etwa 10^4 m/sec (Detonationswellen).

In Lichtbildern wurden praktische Beispiele gebracht.

Während die Skala der zur Zeit überhaupt meßbaren Zeitintervalle bis etwa 10^{-12} sec reicht, entsprechend der Herstellbarkeit ungedämpfter elektrischer Schwingungen dieser Frequenz, kommt die HF-Kinematographie heute bis etwa 10^{-8} sec. Dabei ist aber nicht allein die Bildfrequenz maßgebend. Wichtig ist der sog. Gütefaktor, d. h. das Verhältnis aus Zeitabstand zweier aufeinanderfolgender Bilder und Belichtungszeit eines Bildes, welches bei gegebener Bildfrequenz die Bewegungsunschärfe bestimmt. Bei der Bewegungsunschärfe ist wiederum nicht allein die Objektgeschwindigkeit maßgebend, sondern das Verhältnis dieser Geschwindigkeit zu den Objektdimensionen. Von der Filmseite her ist die Schärfegrenze mit etwa 10μ „Bildpunkt Abstand“ gegeben. Die dadurch bestimmte Gesamtzahl der wiedergegebenen Bildpunkte tritt als Beurteilungsgrundlage zu den übrigen hinzu.

Die gebräuchlichen Aufnahmeanordnungen wurden kurz gestreift. Langsamere Vorgänge werden mit Geräten beherrscht, die unter den Sammelbegriff der „mechanischen Zeitlupe“ fallen. Ihnen gemeinsam ist dabei der sog. „optische Ausgleich“, welcher das beim gewöhnlichen Film übliche ruckweise Schalten des Films bei der Aufnahme überflüssig macht. Der Film läuft mit konstanter Geschwindigkeit, die Optik wird so mitgeführt, daß das Bild auf dem Film während der Exposition steht, um dann ruckweise auf das anschließende Filmstück überzuschalten. Die obere Grenze des Erreichbaren ist durch die Filmfestigkeit gegeben, welche auch bei gleichförmigem Filmablauf die Filmgeschwindigkeit zur Zeit bei etwa 300 m/sec begrenzt.

Bei den sog. „Blitzlichtzeitlupen“ wird das Objekt in den gewünschten Zeitintervallen durch verschiedene, nebeneinander angeordnete Blitzlichtquellen beleuchtet und so in den verschiedenen Bewegungsphasen auf verschiedene ruhende Photoschichten abgebildet. Als Lichtquellen dienen Entladungen von Hochspannungskondensatoren. Man läßt die Funken heute bevorzugt in Xenon von Atmosphärendruck übergehen, wodurch die Lichtausbeute auf etwa 20 Lumen/Watt gesteigert werden konnte, womit sie diejenige gewöhnlicher Glühlampen erreicht. Die Entladungsdauer beträgt etwa 10^{-7} sec. Die Kapazität liegt dabei dauernd an der Funkenstrecke, die Entladung wird durch Gleitfunken an der Röhrenwand gesteuert. Erwähnt wurden die für Photozwecke in letzter Zeit verwendeten sog. „Flashlampen“, bei welchen durch Erniedrigung des Gasdruckes auf 5 bis 10 mm Hg(Xenon) die benötigte Entladungsspannung auf etwa 2000 V erniedrigt werden kann, wobei man allerdings auf hohe Kapazitätswerte kommt (ca. 100 μF). Die Dauer der einzelnen Entladung ist daher hier auch länger, etwa 10^{-4} sec. Anordnungen zur Steuerung der Blitzlichtquellen sind einfache Kombinationen von Widerständen und Kondensatoren, deren bekannteste die sog. *Machsche* Schaltung ist, ferner werden Quarzsender verwendet. Beiläufig wurde auch die Verwendung der *Kerr-Zelle* als optischer Verschluss hoher Geschwindigkeit erwähnt.

K. RAWER, Neuershausen b. Freiburg: *Die D-Schicht der Ionosphäre.*

Die Existenz der D-Schicht kann man ohne direkte Echomessungen aus anderen Ionosphärenmessungen ableiten. Nimmt man nur die Existenz der E- und F-Schichten an und mißt man Amplitude und Reflexionshöhe des KW-Zeichens, so findet man eine Grenzfrequenz, die der höchsten Elektronenkonzentration entspricht. Diese nimmt man als Schichtmitte an und denkt sich um diese eine parabolische Verteilung der Elektronendichte. Die ausgesandten Wellen erleiden eine exponentielle Dämpfung durch Stöße der Gasmolekeln. Vergleicht man die nach der Theorie berechnete Dämpfungskurve mit der experimentellen, so findet man keine Übereinstimmung. Insbesondere tritt bei niedrigen Frequenzen eine Verstärkung der Dämpfung ein. Hieraus folgt, daß die Dämpfung unterhalb der E-Schicht in 70–90 km Höhe stattfindet. Man kann eine Abweichung von der parabolischen Verteilung der Elektronendichte vermuten, indem man annimmt, daß sich der Parabel gegen die Erde zu ein schwacher Elektronenhecker, die D-Schicht, überlagert.

Die einzigen vergleichbaren Messungen stammen von *Slough*. Er findet einen Gang mit den Sonnenfleckenrelativwerten. Die Freiburger Werte liegen in der gleichen Größenordnung. Ob eine Steuerung der D-Schicht durch die Sonne über weite Gebiete der Erde gleichzeitig erfolgt, können erst weitere Messungen zeigen.

K. O. KIEPENHEUER, Freiburg: *Über einige solarerrestliche Beziehungen* (Vorgetr. von R. Siedentopf).

Vortr. gab vor Beginn der Verlesung des Manuskripts des nach USA abgereisten Autors einen Überblick über die bisher erforschten von der Sonne ausgehenden Strahlenarten und ihre Wirkungen. Der Vortrag enthielt einen Bericht über eine spezielle Reaktion des menschlichen Körpers, die von *Takata* gefunden wurde.

Man entnimmt dazu in kürzestmöglichen Zeitabständen je 5 cm^3 Blut aus der Vene der Versuchsperson (gesunde junge Männer) und unterwirft das Blut darauf einem bestimmten Ausflockungs-Verfahren.

Die „Flockungszahl“ ist während der Nachtstunden relativ konstant, beginnt einige Minuten vor Sonnenaufgang steil zu steigen, steigt im Verlauf des Tages weiter, wenn auch mit abnehmender Steilheit, um einige Minuten nach Sonnenuntergang wieder steil abzufallen. Interessant ist ferner:

1) Die Reaktion ist nicht merklich beeinflussbar durch Veränderungen im Allgemeinbefinden der Versuchsperson, die Messungen sind von dieser Seite her wenig gestört.

2) Maßgebend ist der Moment der Blutentnahme, zu einem bestimmten Zeitpunkt abgezapft Blut ergibt gleiche Werte unabhängig vom Zeitpunkt der Ausflockung.

3) Der Effekt ist nicht beeinflussbar durch Verbringen der Versuchsperson unter eine mehrere Meter starke Betondecke.

4) Eine Sonnenfinsternis wirkt genau wie der Sonnenuntergang, wobei der Effekt der Abdeckung der Sonnenscheibe durch den Mond in den Grenzen der Meßgenauigkeit trägeheitslos folgt.

5) Der Effekt nimmt mit der Meereshöhe etwa exponentiell zu.

6) Andererseits ergibt sich keine Änderung durch Verbringen der Versuchsperson in eine Unterdruckkammer.

7) Meteorologische Einflüsse wurden nicht gefunden.

8) Ein deutlicher Einfluß der Sonnenflecken (chromosphärische Fackeln), besonders starker Anstieg beim Durchgang größerer Fleckengruppen durch den der Erde zugekehrten Sonnenmeridian (Randabschattung) mit 2 Tagen Verzögerung, wobei aber bei diesem Punkt die Korrelation nicht so einwandfrei ist wie bei den übrigen Punkten.

Aus dem Gesamtverhalten ergibt sich, daß eine Strahlung, welche man für die Reaktion verantwortlich machen könnte, bis heute nicht bekannt ist. Japanische Physiker schlugen als Ursache eine Neutrino-Strahlung vor, die demnach von der Sonne mit besonderer Intensität emittiert werden soll; zu verstehen ist dann nur nicht, wie die Neutrinos, bei welchen eine Wechselwirkung mit anderen Teilchen bisher überhaupt nicht nachgewiesen wurde, diese plötzlich im lebenden Organismus in erheblichem Maße haben sollen.

Am Fraunhofer-Institut werden zur Zeit diese Messungen wiederholt, und zwar zur weiteren Klärung im direkten Vergleich mit Messungen der menschlichen Reaktionsgeschwindigkeit, welche einen ähnlichen Gang mit der Tageszeit und einen ähnlichen Sonnenfleckeneinfluß zeigt. Die Messungen sind hier aber durch wechselndes Allgemeinbefinden der Versuchsperson stark störrisch und daher mühsam. Ergebnisse bleiben abzuwarten.

CHR. GERTHSEN, Karlsruhe: *Über die Reibungskraft in hochverdünnten Gasen.*

Ein Quarzfadenmanometer mit versilbertem $0,02\text{--}0,03 \text{ mm}$ starkem Quarzfaden wurde dem Wechselfeld einer Kipperschwingung ausgesetzt und die Resonanzamplitude in Abhängigkeit vom Druck gemessen. Bis 10^{-8} Torr ist diese Methode auf 1% reproduzierbar. Um noch kleinere Drucke messen zu können, wurde die Dämpfung des Quarzfadens durch eine Glimmerscheibe vergrößert. Es sind zwei Fälle zu unterscheiden: Die Scheibe steht senkrecht zum angelegten Feld und vollführt Dreh-schwingungen um eine Achse parallel zu einem Durchmesser, und die Scheibe steht parallel zum Feld und die Schwingungsachse steht senkrecht auf einem Durchmesser. Die in der Literatur angegebenen Werte für die in beiden Fällen wirkenden Reibungskräfte unterscheiden sich bei den einzelnen Autoren (*Knudsen, Haber und Kerschbaum, Einstein, Born*) hinsichtlich der Proportionalitätskonstanten. Es wurde versucht, durch Messungen diese Frage zu klären. Beim Vergleich der Schwingungszeiten einer Scheibe in beiden Stellungen ergab sich die Notwendigkeit, ein zusätzliches Trägheitsmoment einzuführen. Für die Reibung des Fadens wurde eine Korrektur durch Vergleich zweier verschiedener Scheiben vorgenommen. Im senkrechten Fall ergab sich bis auf 1% der Wert der elementaren *Haberschen* Theorie, was aber nur in der zufälligen Versuchsanordnung begründet sein mag. Die Ergebnisse im parallelen Fall lagen weit unter den theoretischen Erwartungen. Auch die Unterschiede in Abhängigkeit von der verwendeten Gasart waren kleiner als nach der Theorie. Die Ergebnisse lassen noch keine Entscheidung zugunsten einer der Theorien zu.

H. HEIL, Heidelberg: *Ein lichtstarker Massenspektrograph mit zeitabhängigen elektrischen Feldern.*

Ein neues Prinzip eines rein elektrostatisch arbeitenden Massenspektrographen wird angegeben und diskutiert.

Ein Strahl Ionen verschiedener Masse, aber gleicher Energie tritt durch eine elektrische Doppelschicht, welche durch zwei nahe benachbarte Gitter approximiert wird, in einen *Faradayschen* Käfig ein. Er durchläuft diesen, um am Ende durch eine gleichartige Doppelschicht wieder auszutreten. Ändert sich während der Aufenthaltsdauer des Ions im Käfig dessen Potential gegenüber dem Außenraum, so ist die Energie des austretenden Strahles gegenüber dem Wert vor Eintritt in den Käfig verändert, wobei sie außerdem eine Funktion der Ionenmasse geworden

ist, entsprechend der unterschiedlichen Verweilzeit der Ionen verschiedener Masse im Käfig.

Im gegenwärtigen Stadium der Arbeit wird auf die Möglichkeiten, diesen zunächst energetisch aufgespaltenen Strahl auch räumlich zu zerlegen, nicht eingegangen und lediglich die Theorie der Energieaufspaltung selbst entwickelt. Dabei besteht die Hauptaufgabe darin, einen zeitlichen Verlauf der Käfigspannung zu finden, bei welchem die Energie des Ions nach Durchlaufen der Anordnung lediglich von der Masse abhängt, unabhängig vom Zeitpunkt des Eintritts des Ions in den Käfig. Auf diese Weise wird die Steilheit der Potentialänderung bestimmt durch die Geschwindigkeit, die das Ion auf Grund seines Eintrittszeitpunktes im Käfig hat, und ist daher ebenfalls zeitabhängig.

Das Problem des erforderlichen Potentialverlaufs wird zunächst, durch Taylor-Ansatz, näherungsweise gelöst, darauf das erhaltene Polynom in t durch Exponentialfunktionen approximiert und das Ergebnis als Schaltvorgang eines einfachen, aus Widerständen und Kondensatoren aufzubauenden Netzwerks realisiert. Auf Grund dieser einfachen Realisierungsmöglichkeit, welche aber ein Flacherwerden des Potentialverlaufs mit der Zeit verlangt, wird die Theorie von vornherein auf den Fall beschränkt, daß die Laufzeit im Käfig mit wachsender Zeit zunimmt. In der praktischen Ausführung soll der gefundene Potentialverlauf mit Hilfe einer Hochspannungs-Thyratronschaltung periodisch wiederholt werden. Während der Zeit, die für das Zurückkippen erforderlich ist, soll der Strahl von der Quelle her unterdrückt werden.

Es werden weiterhin die Einflüsse der hauptsächlichsten Fehlerquellen auf das Auflösungsvermögen behandelt, und zwar werden berücksichtigt:

1) Die Nichtparallelität des eintretenden Strahles und der damit verbundene Fehler in den Laufwegen. 2) Eine energetische Inhomogenität in der Energie der von der Quelle emittierten Ionen. 3) Unkonstanz der benötigten Gleichspannungen. 4) Im Gegensatz zum theoretischen Idealfall erfolgen die Beschleunigungsvorgänge nicht in Doppelschichten, sondern in Feldern endlicher Ausdehnung, was weitere Fehler mit sich bringt. 5) Endlich wird noch der Raumladungseinfluß untersucht.

Aus allem ergibt sich, daß die vorgeschlagene Anordnung sowohl zur Isotopentrennung als auch als Massenspektrograph hoher Auflösung durchaus verwendbar sein sollte. Ihr Hauptvorteil gegenüber Spektrographen, welche mit Magnetfeldern arbeiten, besteht darin, daß bei diesen größere Dimensionen des Strahlquerschnittes nur unter sehr hohen Kosten zu verwirklichen sind, während bei der hier behandelten Anordnung die Querdimensionen hauptsächlich durch Raumladungswirkungen bestimmt werden, wobei aber die Grenze durch elektrostatische Unterteilung des Strahles in einzelne Kanäle mit Hilfe einfacher Drahtgitter stark nach oben hinausgeschoben werden kann.

E. FISCHER, Hechingen/Tübingen: *Dielektrische Relaxationsuntersuchungen als neue Methode zur Bestimmung des Assoziationsgrades von Flüssigkeiten.*

Es war bisher sehr schwierig, die dielektrischen Relaxationszeiten von Dipolfüssigkeiten quantitativ molekulartheoretisch zu deuten. Die dielektrische Relaxationszeit bestimmt bekanntlich das Frequenzgebiet, in welchem der Übergang von der statischen Dielektrizitätskonstanten zu dem niederen Wert des Quadrates des Brechungsindex stattfindet und das im dm- oder cm-Wellenbereich liegt.

Arbeiten aus dem KWI für Physik zeigten, daß die Relaxationszeit für den einfachen Fall einer verdünnten Lösung polarer Moleküle in einem unpolaren Lösungsmittel proportional der Molekülgröße, der Viskosität und einem berechenbaren Form- und Strukturfaktor und umgekehrt proportional der Temperatur ist. Es ist aber die Frage, welches innere Feld für die Dipolorientierung wirksam ist, wenn man von der verdünnten Lösung zur reinen Dipolfüssigkeit übergeht. Es hat sich die Theorie von *Onsager* eingebürgert, die das durch Dipolwechselwirkung verursachte innere Feld zu berechnen erlaubt. Mit Hilfe der *Onsagerschen* Theorie ausgewertete Relaxationsmessungen werden im folgenden diskutiert.

Die dielektrische Relaxationszeit von Chlorbenzol in Benzol ist von der Konzentration im wesentlichen unabhängig, wenn man nach *Onsager* die Dipol-Wechselwirkungen eliminiert. Dies Ergebnis ist plausibel, da Chlorbenzol erfahrungsgemäß nicht assoziiert. Durch die Assoziation ist beim Äthylalkohol in Tetrachlorkohlenstoff das Volumen der vom Feld zu orientierenden Partikel vergrößert und es ist zu erwarten, daß die dielektrische Relaxationszeit stark ansteigt, was das Experiment bestätigt. Zunehmende Konzentration verschiebt das Dispersionsgebiet von 0,5 cm zu 10 cm. Diese Verschiebung wird z. T. auch durch die Behinderung der Drehbarkeit der OH-Gruppen bewirkt. Bei Übergang zu höchsten Konzentrationen erfolgt wieder Abnahme. Bei Ersatz der letzten Lösungsmittel-Moleküle durch Alkohol-Moleküle geht also eine durchgreifende Änderung der rotatorischen Beweglichkeit der OH-Momente vor sich.

Nur geringe Assoziation zeigt in Benzol gelöstes Guajakol, das eine OH- und eine OCH₃-Gruppe in ortho-Stellung am Benzolring und daher bereits eine innere Wasserstoff-Brücke besitzt. Die dielektrische Relaxationszeit steigt daher nur schwach an.

Phenol hat Vortr. bei verschiedenen Temperaturen gemessen, und zwar jeweils in CCl₄ bei verschiedenen Konzentrationen. Aus den Relaxationsisothermen erhält er übereinstimmend mit den ultrarot-spektroskopisch von *Mecke* u. Mitarb. bestimmten Werten Anlagerungsenergien von 4 bis 5 kcal/Mol. Vortr. findet darüber hinaus, daß diese Assoziationsenergie mit zunehmender Konzentration, also mit zunehmender mittlerer Zähligkeit der Assoziate, abnimmt. Auch die mittlere Zähligkeit selbst kann über den spektroskopisch zugänglichen Konz.-Bereich hinaus bestimmt werden und steht im übrigen mit den spektro-

skopischen Werten in Übereinstimmung. Die Relaxationszeit zeigt wie beim Äthylalkohol ein ausgesprochenes Maximum. Vortr. erklärt es dadurch, daß er nicht mehr von definierten Assoziaten, sondern bei höchsten Konzentrationen von einer allgemeinen Verkettung durch rasch wechselnde H-Brücken spricht. Eine Sonderstellung nimmt Imidazol ein. Es ist eine heterocyclische Verbindung aus fünf Gliedern, die nur bis zum Molenbruch 0,003 im verwendeten Lösungsmittel Benzol löslich ist. Es assoziiert mit der erstaunlich großen Anlagerungsenergie von 16 kcal, was sogar die Energie von 12 kcal der Doppelmolekelbildung von Essigsäure übertrifft.

G. GLASER, Stuttgart: *Über die elektrische Leitfähigkeit und Durchschlagsfestigkeit dünner Glasfolien.*

Die elektrische Leitfähigkeit in Gläsern ist im wesentlichen elektrolytischer Natur und wird durch Alkali-Ionen besorgt. Sie wurde bisher nur wenig untersucht. Vortr. will besonders untersuchen, ob nicht unterhalb einer gewissen Stärke der Folie die Durchschlagsfestigkeit wieder ansteigt.

Vortr. führt seine Messungen an leicht bikonkaven Folien aus, um Randeffekte zu vermeiden. Die Folien werden derart hergestellt, daß ein verjüngtes Glasrohr mit einer großen Glaskugel verschmolzen wird und man dann die Trennwand zur Folie aufbläst. Dann wird von beiden Seiten Zink aufgedampft und die Stärke der Folie interferometrisch gemessen. Die erhaltenen Folien haben weniger als 1 μ Stärke.

Die Messungen werden bei $0,3 \dots 3 \cdot 10^6$ V/cm im Vakuum ausgeführt. Da mit Gleichspannungen unkontrollierbare Polarisationsseffekte auftreten können, muß jeweils die Meßdauer angegeben werden. Sie betrug bis zu 10^3 sec. Im Temperaturintervall + 19 \dots -79° C werden Stromstärken von $10^{-6} \dots 10^{-11}$ Amp. gemessen. Die daraus berechnete spez. Leitfähigkeit weist im Gebiet von 200 \dots 250° K immer einen Knick auf. Die gemessenen Durchschlagsfestigkeiten waren immer größer als die aus der Leitfähigkeit berechneten. Diese wurden auf 20% genau gemessen. Man kann an einer einzigen Folie Hunderte von Durchschlägen nacheinander messend verfolgen, da in der Umgebung der durch die Durchschläge entstandenen Löcher das Zink verdampft. Die durch Inhomogenitäten und Spannungszustände in der Folie vorhandenen schwachen Stellen werden zuerst durchgeschlagen und können vom übrigen Meßmaterial getrennt behandelt werden.

Die Leitfähigkeit beruht auf Lockerionenleitung, wie der exponentielle Anstieg der Leitfähigkeit mit abnehmender Dicke zeigt. Die maximal zulässige Feldstärke ist aber unabhängig von der Dicke der Folie. Als Durchschlagsmechanismus kommt daher weder ein Wärmemechanismus mit negativem Temperaturkoeffizienten noch ein *Smekalscher* Ionenleitungsmechanismus in Betracht, der eine Abhängigkeit der Durchschlagsfestigkeit von der Folienstärke verlangt. Nach Ansicht des Vortr. wird der Durchschlag durch Stoßionisation hervorgerufen, indem einzelne Elektronen längs feiner Spalte beschleunigt werden. Die mittlere freie Weglänge solcher Elektronen nimmt mit steigender Temperatur ab. Wegen der Ablöse-Energie nimmt die Durchschlagsfestigkeit mit abnehmender Temperatur zu. Diese Folgerungen aus dem zugrunde gelegten Durchschlagsmechanismus durch Stoßionisation werden durch das Experiment bestätigt.

M.-L. [VB 165]

Zentralausschuß für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie

am 18. Oktober 1949 in Wiesbaden.

Diese erste Tagung des neunkonstituierten „Zentralausschusses für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie“ diente der Bestandsaufnahme in wissenschaftlicher und technischer Hinsicht und unterrichtete über den Stand und die Anwendungsmöglichkeiten der verschiedenen spektroskopischen Arbeitsweisen auf chemische Probleme. Prof. W. *Seith*, Münster, eröffnete die Tagung mit der Begrüßung der Teilnehmer (153) aus dem In- und Auslande.

R. MECKE, Freiburg: *Über die Bedeutung der Ultrarot- und Raman-Spektroskopie für die Aufklärung chemischer Probleme¹⁾.*

Ein Überblick über die Entwicklung der Ultrarotspektrographen in USA — auch für die Ansprüche der Industrie — zeigt, wie weit wir gerade auf diesem Gebiet noch im Rückstand sind. Das Ultrarotspektrum ist in USA schon weitgehend als Test für die Reinheit chemischer Präparate eingeführt. Es werden verschiedenartige Anwendungsgebiete der Ultrarot- und Ramanspektroskopie gezeigt, z. B. die Konzentrationsbestimmung und Identifizierung organischer Verbindungen sowie Betriebskontrollen und Rauchgasanalysen; ferner Reinheitsprüfungen organischer Verbindungen (Penicillin), oder Spurennachweise (Wasserspuren in Gefrierungsmitteln). Durchweg werden absorptionsfreie Lösungsmittel verwendet, z. B. Tetrachlorkohlenstoff; nachteilig sind die langen Belichtungszeiten. Die Ultrarotspektroskopie ermöglicht die Unterscheidung chemisch ähnlicher Substanzen, die chemisch-analytisch nicht trennbar sind (Isomere, Polymere usw.), sowie — in Verbindung mit der Raman-Spektroskopie — die Strukturanalyse und Konstitutionsaufklärung organischer Verbindungen und den spektroskopischen Nachweis bestimmter Gruppen und Bindungen sowie Assoziationsvorgänge. Ebenso zeigt die Ultrarot- und Raman-Spektroskopie einen Weg zur wesentlich genaueren Bestimmung und Berechnung der Reaktionsgeschwindigkeit, spez. Wärme, Molekulargewicht und freier Energie. Es ist dringend anzustreben, dieses Forschungsgebiet in Wissenschaft und Industrie zu fördern.

¹⁾ Vgl. auch diese Ztschr. 60, 283 [1948]; 61, 63, 334 [1949].