

men dabei die endlichen Zeiten zur Auswirkung [für das entsprechende S -Matrixelement gilt $f \sim \delta(E_K - q_0)$ und die q -Integration liefert einfach $\pi(k)$]. Die erwähnte Aufspaltung von π in divergente und konvergente Terme lautet²

$$\pi(q) = A + C(q_\lambda^2 + \mu^2) + \pi^c(q);$$

A und C sind divergente Konstanten. Für große Werte von q_λ^2 gilt $\pi^c(q) \sim q_\lambda^2$.

Man sieht jetzt unmittelbar, daß die hier notwendige Integration über die „konvergente“ Funktion π^c zu Divergenzen Anlaß gibt, die sich nicht als Renormalisierungsglieder deuten lassen. Weiterhin stößt die Interpretation von C als Renormalisierungskonstante wegen der divergenten q -Integration auf Schwierigkeiten. – Dieselben Verhältnisse liegen bei allen Graphen vor, die Mesonselbstenergieteile enthalten.

Die diskutierten Schwierigkeiten bei der Auswertung von Strahlungskorrekturen treten ebenfalls auf, wenn man versucht, die Matrixelemente des Transformationsoperators $U(t, -\infty)$ zu berechnen⁴. Der Ursprung der (gegenüber der S -Matrix) neu auftretenden divergenten Terme ist in der scharfen zeitlichen Begrenzung der Integrationsgebiete zu suchen. Es ist bekannt⁵, daß auch die Erwartungswerte von Feldoperatoren (z. B. des Stromes in der Quantenelektrodynamik in einem Raum-Zeitgebiet unendlich groß werden, sofern dieses Gebiet zeitlich scharf begrenzt wird.

Man erhält endliche Resultate, wenn man die scharfe Begrenzung des Integrationsbereiches aufhebt; d. h. in unserem Fall die Sprungfunktion θ durch eine stetige Funktion ersetzt. Jedoch ist unseres Wissens bisher keine konsequente Begründung einer derartigen Abänderung vorgenommen worden.

Wir glauben deshalb, daß es zu einer konsistenten Behandlung von gebundenen Zuständen notwendig ist, statt der Amplitude $\chi_t(x', x'')$ die von Bethe und Salpeter eingeführte „Wellenfunktion“ zu benutzen. Die Unterschiede zwischen beiden Methoden werden in der erwähnten Arbeit von Zimmermann³ diskutiert.

Wir glauben deshalb, daß es zu einer konsistenten Behandlung von gebundenen Zuständen notwendig ist, statt der Amplitude $\chi_t(x', x'')$ die von Bethe und Salpeter eingeführte „Wellenfunktion“ zu benutzen. Die Unterschiede zwischen beiden Methoden werden in der erwähnten Arbeit von Zimmermann³ diskutiert.

⁴ E. C. G. Stueckelberg, *Physic. Rev.* **81**, 130 [1951].

⁵ Vgl. z. B. E. Corinaldesi, *Nuovo Cimento* **9**, 194 [1952].

Zur Kernisomerie beim ¹⁹²Ir

Von G. Weber und A. Flammersfeld

Aus dem Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz

(Z. Naturforschg. **8a**, 580–581 [1953]; eingeg. am 28. Juli 1953)

Bei der Bestrahlung von Ir mit langsamen Neutronen tritt neben anderen eine starke Aktivität von $T = 1,45$ min Halbwertszeit auf, die ¹⁹²Ir^m darstellt und zum ¹⁹²Ir ($T = 74,3$ d) isomer ist¹. Das 1,45 min Isomer wurde im folgenden genauer untersucht, weil außer gewöhnlichem Isomeren-Übergang auch noch Übergang durch 2-Quantenzerfall (mit kontinuierlicher Verteilung der γ -Energie) behauptet worden ist².

Die Anregungsenergie des isomeren Zustandes ist von Hole³ und Caldwell⁴ aus den Energien der Konversionselektronen zu 55,5 KeV bzw. 57,4 KeV gemessen worden. Außer diesen Elektronenlinien, der unkonvertierten γ -Strahlung und der charakteristischen Röntgen-(L-)Strahlung wurde von Goldhaber und Mitarbb.² noch die Existenz eines γ -Kontinuums mit der mittleren Energie $E \approx 30$ KeV und der oberen Grenze ≈ 60 KeV behauptet. Zur Erklärung dieses Kontinuums wurde der von Sachs⁵ diskutierte Zerfallsmechanismus herangezogen. Es war nicht angegeben, ob das γ -Kontinuum teilweise konvertiert sein soll oder nicht. Wir haben zunächst versucht, eventuelle Umwandlungselektronen des Kontinuums mit Hilfe eines Slätis-Siegbahnschen β -Spektrometers nachzuweisen.

¹ E. M. Mc Millan, N. Kamen u. S. Ruben, *Physic. Rev.* **52**, 375 [1937]; V. Fomin u. F. G. Houtermans, *Physik. Z. Sowjetunion* **9**, 273 [1936]; L. Seren, H. N. Friedlander u. S. H. Turkel, *Physic. Rev.* **72**, 888 [1947].

² M. Goldhaber, C. O. Muehlhouse u. S. H. Turkel, *Physic. Rev.* **71**, 372 [1947]; E. Der Mateosian u. M. Goldhaber, *Physic. Rev.* **82**, 115 [1951].

Das Fenster des Geiger-Müller-Zählrohres war mit einer 0,08 mg/cm² dicken Zaponlackfolie verschlossen, so daß noch Elektronen von 8 KeV meßbar waren. Die Präparate bestanden aus besonders dünnen Iridiumschichten auf dünnen Unterlagen; die Aktivierung erfolgte durch Bestrahlung mit langsamen Neutronen am hiesigen Neutronen-Generator. Das Ergebnis zeigt Abb. 1 A. Die intensiven Linien rühren von dem Isomeren-Übergang mit Umwandlung in der L- und M-Schale her. Die γ -Energie ergibt sich daraus zu 56,0 KeV in guter Übereinstimmung mit den früheren Autoren. Eventuelle kontinuierliche Umwandlungselektronen sollten bei kleinen Energien bemerkbar sein. Die in Kurve I vorhandenen Elektronen kleinerer Energie sind offensichtlich auf Rückstreuung an der Präparatunterlage und der Streuung im Präparat zurückzuführen, wie ein Vergleich der Kurven I–III zeigt.

Während Kurve I mit einem Präparat von 0,3 mg/cm² aus Ir-Pulver auf einer 1 μ -Glimmerfolie erhalten ist, zeigt Kurve II mit 0,25 mg/cm² Ir auf 1 μ -Zaponlack bereits wesentlich weniger Streuelektronen und Kurve III mit 0,15 mg/cm² Iridium auf 0,2- μ -Zaponlack so wenig, daß kein Unterschied mehr gegenüber anderen normalen Isomerenübergängen zu bemerken ist. Aus der letzteren Kurve kann daher geschlossen werden, daß die Intensität eines etwa vorhandenen Elektronenkontinuums weniger als 3% betragen muß.

Weiter wurde nach unkonvertierter Strahlung von dem behaupteten γ -Kontinuum gesucht. Um die Messungen auf die Zahl der Isomeren-Übergänge beziehen

³ N. Hole, *Arkiv Mat. Astronomi Fysik* **36**, No. 9 [1948].

⁴ L. R. Caldwell, *Physic. Rev.* **78**, 407 [1950].

⁵ R. G. Sachs, *Physic. Rev.* **57**, 194 [1940].



zu können, wurden dünne Iridium-Präparate und ein Geiger-Müller-Zählrohr mit 0,2- μ -Zaponlackfenster verwendet, in dem ohne Absorber die Umwandlungselektronen quantitativ gezählt werden konnten. Mit dünnen Absorbern konnten nach Absorption der Elektronen die übrigen Strahlungen und mit dicken Al-Absorbern die γ -Strahlung gemessen werden.

Während mit dicken Al-Absorbern praktisch keine Strahlung mehr nachweisbar war, ergab sich mit dün-

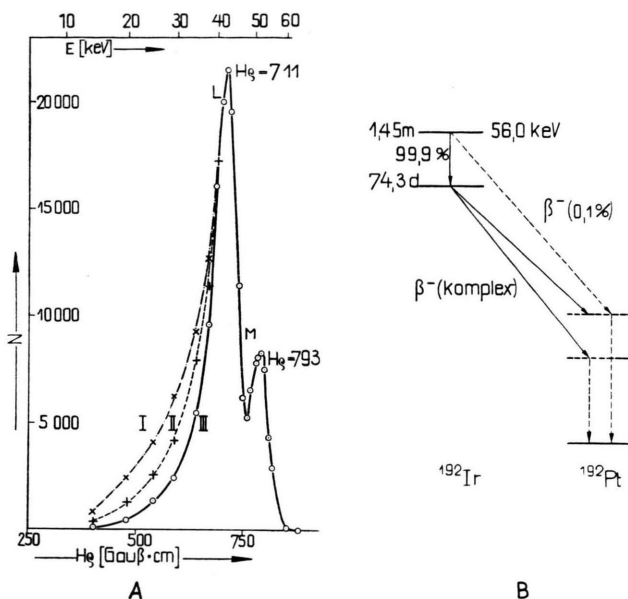


Abb. 1. A: Spektrum der Konversionselektronen des $^{192}\text{Ir}^m$ bei verschiedenen Präparat- und Unterlagendicken. B: Zerfallsschema des $^{192}\text{Ir}^m$.

nen Absorbern unter anderem ein massenproportional absorbiertes Anteil, der offensichtlich β -Strahlung mit etwa der Energie des 74d-Iridiums (0,66 MeV), aber der Halbwertszeit 1,45 min darstellte. Aus diesem Grunde muß geschlossen werden, daß das angeregte Niveau $^{192}\text{Ir}^m$ nicht nur Isomeren-Übergang, sondern auch direkten β -Zerfall in ^{192}Pt zeigt. Die Intensität dieses partiellen Zerfalls beträgt größenordnungsmäßig 0,1%.

Mit dickem Al-Absorber (4 mm) wurde weiter festgestellt, daß höchstens 1 γ -Quant des fraglichen Energiebereiches pro 10^3 Isomeren-Übergänge ausgesandt werden. Wegen der geringen Intensität war nicht festzustellen, ob diese noch verbleibende Strahlung diskrete (unkonvertierte 56,0-KeV-Quanten) oder kontinuierliche Energieverteilung zeigt.

Unter der Voraussetzung, daß die ganze Quantenstrahlung mit $E \geq 30$ KeV unkonvertierte 56,0 KeV Quanten sind, ergeben die Messungen für den Faktor der inneren Umwandlung dieses γ -Strahls eine untere Grenze $\alpha \geq 1000$.

Unter der anderen Voraussetzung, daß die ganze Quantenstrahlung mit $E \geq 30$ KeV von einem kontinuierlichen γ -Übergang herrührt, ergibt sich für die Häufigkeit dieses Vorgangs

$$\frac{N_{\text{kont.}}}{N_{\text{I.Ü.}}} \leq 10^{-3}.$$

Die vorliegenden Messungen ergeben daher kein Anzeichen dafür, daß der Zerfall des $^{192}\text{Ir}^m$ anders als bei allen bisher untersuchten Isomeren-Übergängen vor sich geht. Vielmehr erfolgt der Zerfall, wie im Schema Abb. 1B dargestellt, zu 99,9% durch stark konvertierten gewöhnlichen Isomeren-Übergang und zu etwa 0,1% durch β -Zerfall.

BESPRECHUNGEN

Die Physik der Hochpolymeren. Band II: Das Makromolekül in Lösungen. Von H. A. Stuart. Springer-Verlag, Berlin 1953. XX, 782 S. mit 323 Abb.; Preis geb. DM 89.60.

Die hochpolymeren Verbindungen sind ein Forschungsgebiet, welches bekanntlich in sehr rascher Entwicklung begriffen ist, und zudem ein Gebiet, auf welchem sich die verschiedensten Einzelwissenschaften, wie die mathematische Statistik, die präparative Chemie, die chemische Kinetik und Thermodynamik, die Theorie der Nichtelektrolyte und die der Ionenlösungen, die Untersuchung der Materie mit Hilfe von Röntgenstrahlen, die Theorie der van der Waals'schen Bindungen und die der Hauptvalenzbindungen, die Optik, der Ultraschall, große Gebiete der Technik wie die Mechanik und Hydromechanik begegnen und auf welchem alle diese Disziplinen zur Behandlung des Gesamtproblems zusammenwirken können und müssen.

Es sind dementsprechend für die Behandlung der Eigenschaften der Lösungen hochpolymerer Stoffe eine Reihe von Autoren herangezogen worden, welche auf bestimmten Gebieten gearbeitet haben und welche den jeweiligen Gegenstand in kompetenter Weise darstellen.

Der erste Teil des Buches behandelt auf 354 Seiten die allgemeinen Eigenschaften von Lösungen mit Makromolekülen, wobei auch vieles, was sich auf Lösungen und Eigenschaften niedrigmolekularer Substanzen bezieht, mit erläutert wird. Ein breiter, nach Ansicht des Referenten etwas reichlicher Raum ist der Entwicklung der Thermodynamik, der Löslichkeitsgleichgewichte und der Mehrstoffsysteme gewidmet worden, wobei es z. B. auffällt, daß für die in einem späteren Abschnitt des Buches behandelte Zerlegung von Gemischen polymer-homologer Verbindungen in Fraktionen nur wenige und ganz einfache theoretische Beziehungen benötigt werden.