

## Über die Bestimmung des 18- und 4,5-min-Technetiums und ein neues kurzlebige Tc-Isotop (103)

Von J. FLEGENHEIMER

Comisión Nacional de la Energía Atómica, Buenos Aires

und D. GEITHOFF

Arbeitsgruppe für Radiochemie, Max-Planck-Institut, Mainz

(Z. Naturforsch. 12 a, 351 [1957]; eingegangen am 25. Februar 1957)

Wird natürliches Ru mit schnellen Neutronen [ $\text{Be}(26 \text{ MeV } d, n)$ ] bestrahlt, so bilden sich u. a. zwei negatronenemittierende Tc-Isotope mit den Halbwertszeiten 4,5 min und 18 min, die auch bei der Spaltung des Urans mit 28-MeV-Deuteronen aufgefunden wurden<sup>1</sup>.

Durch Auswahl verschiedener Kernprozesse wurde für das 4,5-min-Tc (früher  $3,8 \pm 0,2$  min) die Massenzahl 102 und für das 18-min-Tc 104 als wahrscheinlich angenommen.

Zur endgültigen Festlegung der Massenzahl wurden nun Versuche mit getrennten Isotopen durchgeführt<sup>2</sup>.

$^{102}\text{Ru}$  wurde mit schnellen Neutronen bestrahlt und ohne chemische Abtrennung die Abfallskurve mit einem GM-Zählrohr aufgenommen. Die Analyse des Aktivitätsverlaufs ergab Halbwertszeiten von 14,3 min und 4,5 min. Die 14,3-min-Periode ist dem durch  $^{102}\text{Ru}(n, np)$   $^{101}\text{Tc}$  gebildeten Tc-Isotop zuzuschreiben. Für den 4,5-min-Körper kommt nur die Bildungsreaktion  $^{102}\text{Ru}(n, p)$   $^{102}\text{Tc}$  in Frage, da die  $n, \gamma$ -Reaktion bzw. die  $n, 2n$ -Reaktion zu bekannten Ru-Isotopen führen und die Wahrscheinlichkeit für andere Reaktionen bei der gegebenen Neutronenenergie sehr gering ist.

Bei der Bestrahlung von  $^{102}\text{Ru}$  mit schnellen Neutronen (26-MeV-Deuteronen auf Be-Target) wurde aus

dem Aktivitätsverhältnis des 4,5-min-Körpers ( $n, p$ ) und 14,3-min-Körpers ( $n, np$ ) bei Bestrahlungsende das Verhältnis der ( $n, p$ )- zur ( $n, np$ )-Reaktion zu 1,2 bestimmt.

Mit Hilfe eines Einkanal-Impulshöhenanalysators (Detektor: NaJ-Kristall mit RCA 5819 Photomultiplier) wurde das  $\gamma$ -Spektrum des bestrahlten  $^{102}\text{Ru}$  vermessen und eine  $\gamma$ -Linie von 473 keV festgestellt.  $\gamma$ -Quanten dieser Energie hat man bereits bei der COULOMB-Anregung des  $^{102}\text{Ru}$ -Kerns mit  $\alpha$ -Teilchen festgestellt und die Energie von 473 keV dem untersten Anregungszustand des  $^{102}\text{Ru}$  zugeschrieben<sup>3</sup>. Der bei 473 keV gemessene Aktivitätsverlauf ergab nun eine Halbwertszeit von 4,5 min. Neben der 473-keV-Linie besitzt das 4,5-min-Tc noch  $\gamma$ -Linien  $> 662$  keV. Mit einem Integralskriminator, der alle  $\gamma$ -Strahlen unter 662 keV unterdrückt (Eichung mit  $^{137}\text{Cs}$ ), wurde ebenfalls eine Periode von 4,5 min gefunden.

Bei der Bestrahlung von  $^{104}\text{Ru}$  mit schnellen Neutronen wurde eine Halbwertszeit von 18 min gefunden. Die  $\beta$ -Abfallskurve zeigt nach Subtraktion des durch  $n, \gamma$  gebildeten  $^{105}\text{Ru}$  außer der 18-min-Periode noch einen kurzlebigen Körper von etwa 1,2 min Halbwertszeit. Dieses Nuklid war bisher unbekannt. Es handelt sich wahrscheinlich um das  $^{103}\text{Tc}$ , das durch den Prozeß  $^{104}\text{Ru}(n, np)$   $^{103}\text{Tc}$  entstanden ist. Die Ausbeute an 1,2-min-Tc läßt die Erklärung seiner Bildung durch eine  $n, np$ -Reaktion ohne Widerspruch zu.

Herrn Prof. P. C. GUGELOT und Herrn Prof. A. H. W. ATEN jr. vom Instituut voor Kernfysisch Onderzoek in Amsterdam möchten wir für die lebenswürdige Aufnahme in ihrem Institut vielmals danken. Besonderer Dank gilt Herrn Prof. W. SEELMANN-EGGEBERT, Arbeitsgruppe für Radiochemie, Mainz, der die vorliegende Arbeit durch wertvolle Anregungen und Hinweise unterstützt hat.

<sup>1</sup> J. FLEGENHEIMER u. W. SEELMANN-EGGEBERT, Z. Naturforsch. 11 a, 678 [1956].

<sup>2</sup>  $^{102}\text{Ru}$  und  $^{104}\text{Ru}$  der Stable Isotopes Division, Oak Ridge, USA. Massenspektroskopische Reinheit:  $^{102}\text{Ru}$  97,2%;  $^{104}\text{Ru}$  98,2%.

<sup>3</sup> G. M. TEMMER u. N. P. HEYDENBURG, Phys. Rev. 99, 617 A [1955].

## BESPRECHUNGEN

**Halbleiterprobleme. Band II.** Herausgegeben von WALTER SCHOTTKY. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1955. V, 292 S. mit 62 Abb.; Preis geb. (Leinen) DM 28,80.

**Halbleiterprobleme. Band III.** Herausgegeben von WALTER SCHOTTKY. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1956. V, 280 S. mit 75 Abb.; Preis geb. (Leinen) DM 36,80.

Als der Referent vor zwei Jahren zum ersten Mal über die „Halbleiterprobleme“ berichtete, war die vom Herausgeber W. SCHOTTKY erstrebte Schaffung eines Compendiums für dieses Spezialgebiet der Festkörper-

physik noch ein Programm. Daß die Verwirklichung dieses Zieles ein gutes Stück näher gerückt ist, wird jeder aufmerksame Leser des II. und III. Teilbandes der „Halbleiterprobleme“ bestätigen können. Abgesehen von dem durchweg hohen Niveau der Einzelartikel vermittelt die Vielfalt der Themenauswahl schon nach dem Erscheinen der ersten drei Teilbände einen umfassenden Überblick über die experimentelle und theoretische Halbleiterforschung.

Der Teil II erfaßt die Probleme, die auf der Referatetagung des Halbleiterausschusses der Deutschen Physikalischen Gesellschaften im Herbst 1954 ausführ-

lich diskutiert worden sind. Neben grundlegenden Theorien über die Bewegung der Elektronen in Kristallen, galvanomagnetische Effekte, die Lebensdauer von Minoritätsträgern, elektronische Strahlungsübergänge, Passivität in elektrolytischen Deckschichten findet der Leser zusammenfassende Darstellungen der elektrischen Leitungsvorgänge im Selen, der Platzwechselvorgänge in Kristallen und der photochemischen Prozesse in Ionenleitern. Aber auch die rein technische Seite kommt z. B. in einem Referat über die thermische Stabilität und Kühlprobleme bei Leitungsgleichrichtern zu ihrem verdienten Recht.

Bietet schon der Teil II einen weiten Querschnitt durch die Halbleiterphysik, so wird dieser Eindruck durch die im dritten Teilband enthaltenen Arbeiten noch verstärkt. Die verbesserten und teilweise erweiterten Referate der Herbsttagung 1955 des Halbleiterausschusses erfassen Leitungsvorgänge in starken elektrischen Feldern, Wechselwirkungen von Störstellen in Ionenkristallen, Ionenschwingungsprobleme bei Übergängen lokalisierter Elektronen in Halbleitern, sowie einige von der technischen Anwendung her beeinflusste Abhandlungen über den p-n-Photoeffekt, die Oberflächeneigenschaften von Ge und Si, die Elektronen- und Ionenbewegung in Oxydkathoden und das Siliciumcarbid als Material für spannungsabhängige Widerstände. Zu jedem Einzelartikel findet man häufig ausführliche Diskussionsbemerkungen.

Wie schon die „Halbleiterprobleme I“ so spiegeln auch die Fortsetzungsbände den Geist ihres Herausgebers wider, der offensichtlich keine Mühe gescheut hat, nahezu jede Einzelarbeit kritisch zu durchdenken und häufig durch wertvolle Anregungen und Kommentare zu bereichern. W. SCHOTTKY und der Halbleiterausschuß sind mit diesen Büchern auf dem besten Wege ein Gesamtwerk zu schaffen, das schon jetzt kaum noch ein Fachmann übersehen kann und darf. Ohne den Er-

folg der „Halbleiterprobleme“ schmälern zu wollen, muß jedoch bemerkt werden, daß die Lektüre für den Nichtspezialisten in vielen Fällen nicht ganz einfach ist.  
G. LAUTZ, Braunschweig.

**Recent Advances in Optics.** Von E. H. LINFOOT. Verlag Oxford University Press, London 1955. IX, 286 S. mit mehreren Abb.; Preis geb. 50 s. net.

Das Buch beschäftigt sich mit einigen der wichtigsten Fortschritte auf dem Gebiete der Strahlen- und Wellenoptik, die in den letzten Jahrzehnten erzielt wurden. Zu allen angeschnittenen Themen hat der Verfasser selbst wichtige Beiträge geleistet, die zum Teil erst hier veröffentlicht werden. Das erste Kapitel behandelt die Theorie des optischen Bildes vom Standpunkt der Strahlen- und Wellenoptik. Kohärenzprobleme machen den Schluß. Kapitel II ist der Beugungstheorie der FOUCAULTSchen Schneidmethode zur Prüfung optischer Systeme gewidmet. In Kapitel III findet man eine sehr schöne Darstellung der Theorie des SCHMIDT-Spiegels und Optik verwandter Systeme; das Problem der Bildebnung solcher Systeme wird besonders eingehend behandelt. Im IV. Kapitel wird schließlich ein 1942 von C. R. BURCH vorgeschlagenes Verfahren (plate-diagram) zur Diskussion der SEIDELSchen Fehler eines zentrierten optischen Systems behandelt und besonders für den Entwurf coma-freier astronomischer Fernrohrsysteme ausgebaut.

Das Buch wendet sich nicht an den Anfänger, aber es bietet jedem optisch interessierten Leser viel Interessantes und Wertvolles. Es ist mit Abbildungen und Literaturhinweisen gut ausgestattet. Der Autor hat sich von vornherein auf einige wichtige Teilgebiete beschränkt. Sein Studium kann daher jedem empfohlen werden, der an der Entwicklung der oben genannten Gebiete interessiert ist.  
G. CARIO, Braunschweig.

## BERICHTIGUNGEN

Zu D. JOERCHEL, Beugungsmikroskopie polydisperser Systeme I, Band 12 a, 123 [1957].

S. 138, rechte Spalte, Zeile 6 von oben ist zu lesen:

$$I_{F2}(0) = -\varepsilon^2 v^2 / \bar{v}^2.$$

Zu D. JOERCHEL, Beugungsmikroskopie polydisperser Systeme II, Band 12 a, 200 [1957].

S. 211, linke Spalte:

Die zweite der Auswertformeln im  $(I a^2 - u)$ -Diagramm muß lauten:

$$x = \frac{0,96}{u_m} \cdot \frac{9,6 - 2M}{\sqrt{7,5 - M}}.$$