

wicklung bis zur Fabrikationsreife war Hr. Dr. Ernst Donat maßgeblich beteiligt; auch an dieser Stelle möchte Verf. ihm Dank für die Unterstützung sagen. Die Fabrikationsreife der Bleiglanz-Netzzelle war im Sommer 1936 erreicht.

Mit intermittierender Bestrahlung bereits 1934/35 bis zu etwa 10 000 Hz durchgeführte Messungen ließen im Frequenzgang des lichtelektrischen Effektes von Bleiglanz keinerlei Spannungsabfall bei höheren Frequenzen, also keine Trägheit erkennen. Die Verwendung der Bleiglanz-Netzzelle für Fernsehbildzerleger, auch und gerade mit Bildabtastung durch Infrarot von etwa $1,5 \mu$ bis zu etwa $3,5 \mu$, lag daher nahe⁷, setzte allerdings — auch bei mechanischer Bildzerlegung — eine wesentlich weitergehende Frequenzunabhängigkeit, bis zu etwa 10^5 Hz, voraus. Letzteres konnte wegen dringender andersartiger Aufgaben vom Verf. experimentell nicht restlos weiterverfolgt werden, war aber in Hinsicht auf den Frequenzgang bis zu 10 000 Hz als wahrscheinlich angenommen. Um so erfreulicher ist die immerhin teilweise Bestätigung

⁷ Patentanmeldg. S. 119 605 VIII a/21 a¹ der Dr. Georg Seibt AG, vom 31. August 1935, geheim erklärt am 24. Oktober 1935, Erfinder: Fritz Michelssen.

⁸ Patentanmeldg. S. 115 613 VIII c/21 g der Dr. Georg Seibt AG, vom 5. Oktober 1934, geheim erklärt am 9. Juli 1935, Erfinder: Fritz Michelssen.

seiner Vermutung durch die von Karolus und Mangold (vgl. voranstehenden Aufsatz) festgestellte Tatsache, daß die Bleiglanznetzzellen bis zu $\sim 40 000$ Hz keine Frequenzabhängigkeit aufweisen.

Die Bedeutung des negativen Temperaturkoeffizienten des lichtelektrischen Effektes an sardinischem Bleiglanz (Vakuumanordnung) (vgl. I. c. 5, S. 132) stellte Verf. bereits im September 1934 fest und schlug daraus folgend auch schon eine besondere Kühlvorrichtung für Bleiglanz-Photozellen im Vakuum vor⁸.

Über die technische Anfangsentwicklung der Bleiglanz-, PbS-, PbSe- und PbTe-Infrarot-Photozellen und deren Anwendung, z. B. für Nachrichten- und Ortungszwecke, für Temperaturmessungen, Tonfilm usw. mit sehr vielen weiteren Einzelheiten soll an anderer Stelle berichtet werden⁹.

⁹ Verf. hat ab 1938 in dieses von ihm selbständig begonnene Arbeitsgebiet keinen Einblick mehr gehabt, auch sind ihm die seit 1946 von anderer Seite gelegentlich zitierten „Forschungsarbeiten über infrarote Strahlungsempfänger, herausgegeben vom OKH/Wa. F., Berlin 1944“ nicht bekannt; sie sind gemäß der von den Zentralkatalogen in Berlin und Köln gegebenen Auskünften auch heute in keiner deutschen öffentlichen Bibliothek einzusehen oder zu entleihen, nicht einmal in den Sperrbüchereien vorhanden.

NOTIZEN

Bestimmung der Massenzahl der 3,9-min-Aktivität des Selens

Von A. Flammersfeld und W. Herr

Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz

(Z. Naturforsch. 5 a, 569—570 [1950]; eingeg. am 6. Okt. 1950)

Bei der Bestrahlung von Selen mit langsamem und schnellen Neutronen wurde kürzlich eine neue Selen-Aktivität von $T = 3,9$ min Halbwertszeit aufgefunden, die sowohl durch (n, γ) - wie durch $(n, 2n)$ -Prozesse aus den stabilen Selen-Isotopen erzeugt werden kann und die als Isomer eines der Kerne ^{77}Se , ^{79}Se oder ^{81}Se gedeutet wurde, wobei über die Massenzahl keine eindeutigen Aussagen möglich waren¹.

Zur genaueren Festlegung der Massenzahl wurden Versuche unternommen, die 3,9-min-Aktivität durch (n, p) -Prozeß aus Brom darzustellen. Zu diesem Zwecke wurden 5 bis 10 ccm einer 40-proz. Bromwasserstoffsaure mit Li⁺D- und Be⁺D-Neutronen der Hochspannungsanlage unseres Instituts ($E_D = 1,4$ MeV) bestrahlt. Zu dieser aktiven HBr-Lösung wurden 1,2 mg inaktives Selen (SeO_2) zugegeben und das Ganze in eine siedende Lösung von 200 mg Hydrazinsulfat in 15 ccm Wasser geschüttet. Nach 30 sec wurde der Niederschlag von elementarem Selen abfiltriert, gut mit heißer konz. Bromwasserstoffsaure und anschließend mit Wasser gewaschen, trocken gesaugt und gemessen. Vorversuche mit dem 57-min-Selen als Indikator hatten sichergestellt, daß unter diesen Bedingungen eine nahezu quantitative Fällung des vier-

und sechswertigen Selen erfolgt. Als Filter erwiesen sich Membranfilter („2 sec“) als sehr geeignet. Für die chemische Abtrennung waren 1,5 min notwendig; die Bestrahlungszeit betrug gewöhnlich 3 min, die Messung der Se-Aktivitäten geschah in einem Zählrohr mit dünnem Glimmerfenster (3 mg/cm^2), um den gesuchten 3,9-min-Körper trotz seiner sehr weichen Strahlung nachweisen zu können.

Als Ergebnis eines solchen Versuches mit Li⁺D-Neutronen zeigten sich in der Se-Fraktion nur 2 Halbwertszeiten von $T = 57$ min und $T = 3,9 \pm 0,1$ min. Zur Untersuchung der Energien der Strahlungen beider Körper wurden noch Versuche ausgeführt, bei denen zusätzliche Absorptionsfolien von 20 bis 100 μ Aluminium zwischen Präparat und Zählrohr eingeschaltet wurden. Dabei ergab sich wieder, daß die 3,9-min-Aktivität außerordentlich weiche Strahlung aussendet und z. B. durch eine zusätzliche 50 μ Aluminium-Absorberfolie bereits ganz absorbiert wird. Die so ermittelte Reichweite stimmt überein mit der früher gemessenen von $9,5 \text{ mg/cm}^2 \text{ Al}^1$, so daß die Identität des hier aus $\text{Br}(n, p)$ entstandenen 3,9-min-Körpers mit dem früher aus $\text{Se}(n, \gamma)$ und $\text{Se}(n, 2n)$ gefundenen Körpers gleicher Halbwertszeit nicht bezweifelt werden kann.

Die 57-min-Aktivität ist zweifellos $^{81}\text{Se}^*$, dessen Entstehung aus $\text{Br}(n, p)$ bereits länger bekannt ist². Bemerk-

¹ A. Flammersfeld u. Chr. Ythier, Z. Naturforsch. 5 a, 401 [1950].

² A. H. Snell, Physic. Rev. 52, 1007 [1937]; A. Langsdorf jr., u. E. Segré, Physic. Rev. 57, 105 [1940].

kenswert ist, daß die Messungen mit Absorbern von mehr als 50μ vom Beginn an einen reinen 57-min-Abfall zeigen, ohne daß die 18-min-Halbwertszeit des zugehörigen Grundzustandes ^{81}Se bemerkbar wird. Trotzdem muß auch dieser Partner des Isomerenpaares direkt durch $\text{Br}(\text{n}, \text{p})$ gebildet worden sein. Würde nämlich nur der 57-min-Körper allein auftreten, so müßte bei den kurzen Bestrahlungszeiten noch ein erheblicher 18-min-Anstieg infolge des sich nachbildenden, aus dem $^{81}\text{Se}^*$ entstehenden ^{81}Se erfolgen. Es wurde noch untersucht, ob das Intensitätsverhältnis der interessierenden Se-Aktivitäten bei Verwendung von $\text{Be} + \text{D}$ -Neutronen das gleiche bleibt. Hierbei ergaben sich wieder alle 3 Se-Aktivitäten, aber in veränderter relativer Intensität. Das Verhältnis der auf unendlich lange Bestrahlung ungerechneten Anfangsaktivitäten ist hier rund $3,6 : 1,59 : 1$ für die 3,9-18-min- bzw. 57-min-Perioden, während bei den $\text{Li} + \text{D}$ -Versuchen die entsprechenden Verhältnisse $0,31 : 1,45 : 1$ betragen.

Für die Zuordnung des 3,9-min-Selens ergeben sich also aus den vorliegenden Versuchen folgende Gesichtspunkte. Der Beweis der Entstehung aus mindestens einem der Bromisotope 79 und 81 durch (n, p) -Prozeß schließt die Massenzahl 77 aus und läßt die Wahl zwischen 79 und 81. Davon ist der Platz 81 bereits durch zwei Aktivitäten besetzt, so daß eine Zuordnung zu dieser Massenzahl die Annahme eines weiteren Isomers notwendig machen würde. Aus den Intensitäten beim $\text{Be} + \text{D}$ -Versuch kann man aber sofort folgern, daß weder der 18-min- noch der 57-min-Körper das Folgeprodukt des 3,9-min-Körpers sein kann, weil dann deren Intensität wesentlich größer sein müßte. Es besteht also kein genetischer Zusammenhang und eine Zuordnung zu 81 erforderte die Annahme einer vierten hypothetischen Aktivität großer Halbwertszeit und gleicher Massenzahl als Grundzustand zum 3,9-min-Körper. Diese Schwierigkeit wird vermieden, wenn der neuen Aktivität die Massenzahl des noch unbesetzten Platzes 79 zugeordnet wird. Für diese Zuordnung spricht weiter sehr stark die Betrachtung der Ausbeuten unter Berücksichtigung der Reaktionsenergien der (n, p) -Prozesse. Aus der β -Zerfallsenergie (1,5 MeV) des ^{81}Se kann geschlossen werden, daß der Prozeß $^{81}\text{Br}(\text{n}, \text{p})^{81}\text{Se}$ mindestens 0,8 MeV erfordert. Da der 57-min-Körper der Zustand höherer Energie ist, benötigt er noch etwas mehr Energie zur Bildung. Im Einklang mit einer sehr häufigen Beobachtung bei Isomeren wird daher bei den höheren $\text{Li} + \text{D}$ -Neutronenenergien der 57-min-Körper relativ zum Grundzustand etwas häufiger gebildet als mit den niedrigeren $\text{Be} + \text{D}$ -Neutronenenergien. Viel stärker aber ist noch die relative Bevorzugung des 3,9-min-Körpers bei Erniedrigung der Neutronenenergie, was darauf hindeutet, daß die Energietönung des betreffenden $\text{Br}(\text{n}, \text{p})$ -Prozesses kleiner ist als die der beiden anderen. Nun ist ^{79}Se (Grundzustand) bisher noch unbekannt, weil es vermutlich sehr große Lebensdauer und daher kleine β -Zerfallsenergie besitzt. Somit kann erwartet werden, daß der Prozeß $^{79}\text{Br}(\text{n}, \text{p})^{79}\text{Se}$ weniger Energie erfordert als $^{81}\text{Br}(\text{n}, \text{p})^{81}\text{Se}$ im Einklang mit den obigen Ergebnissen.

Die geschilderten Tatsachen scheinen hinreichend, die Zuordnung der 3,9-min-Aktivität zur Massenzahl 79 zu gestatten, so daß diese also als $^{79}\text{Se}^*$ zu betrachten ist.

Und zwar kann u. E. die Zuordnung denselben Grad von Zuverlässigkeit beanspruchen wie die der ^{81}Se - und $^{81}\text{Se}^*$ -Aktivitäten, die zur Klasse B gehören.

Massenabhängigkeit der Elektronenauslösung durch isotope Ionen

Von Werner Ploch

Physikalisches Institut der Universität Marburg

(Z. Naturforschg. 5 a, 570-571 [1950]; eingeg. am 30. Sept. 1950)

Die Abhängigkeit der Elektronenauslösung durch positive Ionen von der Isotopenmasse ist bisher nur im Falle der Wasserstoffisotope H_2 und D_2 ohne magnetische Trennung der Atom- und Molekülionen untersucht worden¹. Nachdem neuerdings die Messung der Ionenströme im

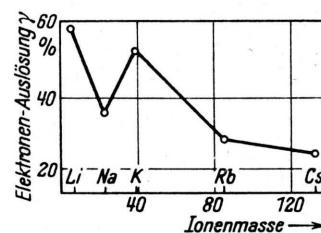


Abb. 1. Elektronen-Auslösung durch Alkali-Ionen von 1,2 keV an nicht entgastem Molybdän. γ = ausgelöster Elektronenstrom/einfallender Ionenstrom.

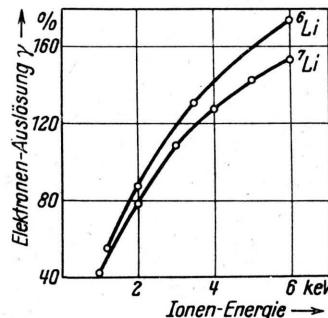


Abb. 2. Elektronen-Auslösung durch Lithium-Ionen an nicht entgastem Molybdän. γ = ausgelöster Elektronenstrom/einfallender Ionenstrom.

Massenspektrometer mit Hilfe eines Elektronenvervielfachers zum Zwecke der Empfindlichkeitssteigerung Anwendung findet², gewinnt die Kenntnis dieser Abhängigkeit und insbesondere ihr Zusammenhang mit der Art und Oberflächenbeschaffenheit des emittierenden Metalls sowie der Art und Energie der Ionen erneut Bedeutung.

Eine im Zusammenhang mit anderen massenspektrometrischen Untersuchungen durchgeführte Messung des Elektronenauslösungsfaktors (γ = ausgelöster Elektronenstrom/einfallender Ionenstrom) lieferte folgende Ergebnisse:

¹ Monica Healea, Physic. Rev. 55, 984 [1939] L.

² W. T. Lealand, Physic. Rev. 77, 634 [1950].

nisse: Beim Vergleich verschiedener Elemente, etwa der Alkalien, untereinander läßt sich (wahrscheinlich wegen der Verschiedenheit der Elektronenhüllen) keine eindeutige Massenabhängigkeit feststellen (Abb. 1). Demgegenüber zeigt Abb. 2 ein Beispiel einer Messung mit den Ionen ${}^6\text{Li}$ und ${}^7\text{Li}$ an Molybdän; in diesem Falle ist $\gamma_6/\gamma_7 = 1,12$ innerhalb der Meßgenauigkeit unabhängig von der Ionenenergie. Aus einer größeren Anzahl ähnlicher Messungen an verschiedenen, zum Teil ausgeheizten Metallen (Cu, Mo, Pt, Be, Ni, Cr—Ni) und bei Beschleunigungsspannungen zwischen 200 und 7000 Volt ergeben sich Werte für γ_6/γ_7 etwa zwischen 1,1 und 1,2. Die Unterschiede in den γ_6/γ_7 -Werten sind nicht dem Meßfehler zuzuschreiben, sondern röhren offenbar von der Verschiedenheit der Oberflächen her. Mit den Kaliumisotopen 39 und 41 wurde der Wert $\gamma_{39}/\gamma_{41} = 1,03 \pm 0,01$ gemessen.

Für das Verhältnis der Ionenreflexionsfaktoren wurden bei den Li-Isotopen Werte zwischen 1,1 und 1,25 beobachtet.

Eine ausführlichere Darstellung und Diskussion der Ergebnisse soll demnächst an anderer Stelle folgen.

Zur Theorie der wandstabilisierten Bogensäule

Von Georg Schmitz*

(Z. Naturforsch. 5a, 571 [1950]; eingeg. am 25. Sept. 1950)

Die Energiebilanz eines wandstabilisierten Lichtbogens, die im stationären Fall die zur Wand abgeleitete Wärmeleistung gleich der um die Abstrahlung verminderte Stromleistung setzt, führt zu einer nichtlinearen Differentialgleichung 2. Ordnung, die auch die 1. Ableitung der abhängigen Veränderlichen enthält und die die Temperatur als Funktion des Abstandes von der Entladungssachse festlegt^{1, 2}.

Zu einer etwas einfacheren Differentialgleichung gelangt man jedoch, wenn man zunächst die zur Wand abfließende Wärmeenergie J zum Gegenstand der Untersuchung macht. Für sie hat man im Abstand r von der Achse den Ausdruck

$$J = -2\pi r z \frac{dT}{dr} \quad (1)$$

(z Wärmeleitvermögen, T Temperatur).

* Troisdorf-Oberlar, Kirchstr. 19.

¹ G. Heller, Physics 6, 389 [1935].

² W. Weizel u. G. Ecker, Z. Physik 127, 495 [1950].

Da sich immer eine Funktion $G(T)$ so bestimmen läßt, daß

$$\frac{dG}{dr} = z \frac{dT}{dr}$$

ist², lautet Gl. (1) mit $\varrho R = r$ (R Rohrradius)

$$J = -2\pi \varrho \frac{dG}{d\varrho}, \quad (2)$$

und mit $z = \ln \varrho$ ergibt sich für den Wärmestrom die Größe

$$J = -2\pi \frac{dG}{dz}. \quad (3)$$

Im Innern der Bogensäule lautet damit für ein ringförmiges Volumenelement von der Dicke $r_1 - r_2 = dr$ die Energiebilanz

$$-2\pi \left[\left(\frac{dG}{dz} \right)_1 - \left(\frac{dG}{dz} \right)_2 \right] \approx 2\pi R^2 \varrho (\mathcal{E} i - s) d\varrho$$

bzw.

$$-\frac{d^2G}{dz^2} = R^2 \varrho^2 (\mathcal{E} i - s), \quad (4)$$

die $G(T)$ als Funktion von z bestimmt. (\mathcal{E} Feldstärke, i Stromdichte, s Strahlungsdichte.)

Wesentlich ist, daß in Gl. (4) die 1. Ableitung der abhängigen Veränderlichen nicht mehr vorkommt, wodurch bei numerischen Integrationen der instrumentelle bzw. zeitliche Aufwand klein bleibt. Zudem geht die Lösungskurve bei größeren z -Werten, da in der Nähe der Rohrwand im allgemeinen kein Strom fließt und kein Licht entsteht, in eine Gerade über.

Nachtrag

zur Notiz von K. Clusius: Bemerkung zum Bewegungsmechanismus der aufsteigenden H_2O_2 -Diffusionsflammen*

Herr Prof. Ackeret von der E.T.H. Zürich machte mich freundlichst darauf aufmerksam, daß der Fall einer aufsteigenden Luftblase im flüssigkeitsgefüllten Rohr bereits von D. T. Dumitrescu (Z. angew. Math. Mechanik 23, 139 [1943]) behandelt worden ist. Dieser Autor findet experimentell und theoretisch in guter Übereinstimmung mit Davies und Taylor die Steiggeschwindigkeit zu $v_s = 0,49 \sqrt{ga}$.

K. Clusius, Zürich.

* Z. Naturforsch. 5a, 514 [1950].

BESPRECHUNGEN

Natural Philosophy of Cause and Chance. Von Max Born. Vorlesungen gehalten 1948 am St. Mary Magdalen College in Oxford. Clarendon Press, Oxford 1949, Preis geb. 17 s. 6 d.

Dieses Buch sei dem deutschen Leser aufs wärmste empfohlen. Der erste, mehr philosophisch gehaltene Teil desselben arbeitet, bei sparsamer Benutzung der Formelsprache, den Gegensatz zwischen der kausalen klassischen

Physik und der wahrscheinlichkeitstheoretischen modernen Physik heraus. Der zweite Teil, der aus 35 Appendices besteht und nicht viel kürzer ist als der erste, bringt originelle Neuheiten. Das ganze Buch zeigt den Verf. auf der Höhe der modernen Forschung, die er durch seine Edinburger Schule erfolgreich vorangetrieben hat.

Gelegentlich einer kurzen Analyse der Relativitätstheorie bespricht Verf. das Unbefriedigende von Einsteins