



Abb. 3. Relative Resonanzausbeute bei Drehung des NaCl-Einkristalls um die  $\langle 001 \rangle$ -Achse ( $0^\circ$  entspricht  $\langle 100 \rangle$ -Achse).

- Meßwerte;
- flächenzentrierte Lage des Mg-Atoms,
- +- raumzentrierte Lage des Mg-Atoms,
- Mg-Atom auf Na-Gitterplatz.

3. Die Lebensdauer des 4,12 MeV-Niveaus ist so gering, daß bei Emission des 2,75 MeV-Quants der Mg-Kern noch nicht seine Ruhelage erreicht hat. In diesem Fall ist sicher mit einem Verschwinden der Anisotropie zu rechnen.

Der Mg<sup>24</sup>-Kern braucht eine Zeit von größtenteils  $2 \cdot 10^{-13}$  bis  $10^{-12}$  sec, bis seine kinetische Energie thermalisiert ist<sup>4</sup>. Nach WEISSKOPF<sup>5</sup> ist mit einer Lebensdauer von  $\tau_2 \approx 7 \cdot 10^{-13}$  sec für das 4,12 MeV-Niveau zu rechnen, die genau in diesem kritischen Bereich liegt. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist deshalb letztere Möglichkeit für das Verschwinden der Anisotropie verantwortlich.

Herrn Prof. MAIER-LEIBNITZ danke ich für die Unterstützung der Arbeit. Mein Dank gilt auch der Leitung und der Bestrahlungsgruppe des FRM.

<sup>4</sup> G. LEIBFRIED, Bestrahlungseffekte in Festkörpern, Verlag Teubner, Stuttgart 1965, S. 257 ff.

<sup>5</sup> I. M. BLATT u. V. F. WEISSKOPF, Theoretische Kernphysik, Verlag Teubner, Leipzig 1959, S. 536.

## Der Aktivierungsquerschnitt von Silicium-30 für thermische Neutronen

W. KÖHLER und K. KNOPF

Reaktorstation Garching des Physik-Departments der Technischen Hochschule München

(Z. Naturforsch. 21 a, 829—830 [1966]; eingegangen am 11. März 1966)

Durch gleichzeitige Aktivierung von Gold und Silicium im Wasserreflektor des Reaktors wurde der Wirkungsquerschnitt der Reaktion  $^{30}\text{Si}(n,\gamma)^{31}\text{Si}$  für thermische Neutronen zu  $\sigma_0 = (103 \pm 3) \text{ mbarn}$  bestimmt.

Die Reaktion  $^{31}\text{P}(n,p)^{31}\text{Si}$  wird wegen ihrer relativ niedrigen Schwellwertsenergie, der günstigen Halbwertszeit und der energiereichen  $\beta$ -Strahlung oft zur Flußdichtebestimmung schneller Neutronen verwendet. Da  $^{31}\text{Si}$  jedoch ein reiner  $\beta$ -Strahler ist und für routinemäßige Flußmessungen kompakte Sonden aus Phosphorglas oder in Polyäthylen eingelagertem Phosphor verwendet werden, ergibt sich die Notwendigkeit der Kalibrierung der Meßanordnung für diese Messungen. Eine Möglichkeit der Kalibrierung des Meßplatzes besteht darin, daß gleichartige Sonden mit genau bekanntem Siliciumgehalt mit thermischen Neutronen bekannter Intensität bestrahlt und anschließend mit der gleichen Anordnung ausgemessen werden. Für derartige Kalibrierungen wurde ein genauerer Wert für den thermischen Aktivierungsquerschnitt gewünscht (siehe z. B. Request-Listen des EANDC).

Mit einer ähnlichen Anordnung wie bei früheren Arbeiten zur Bestimmung von Wirkungsquerschnitten<sup>1, 2</sup> wurden daher Silicium- und Goldsonden bestrahlt und aus den induzierten Aktivitäten der thermischen Aktivierungsquerschnitt ermittelt.

### 1. Experimentelle Anordnung

Die Bestrahlungen erfolgten im Wasserreflektor des Münchener Forschungsreaktors (FRM). Um eine gleichartige Bestrahlung der Meß- und Vergleichssubstanzen mit und ohne Cd-Abdeckung zu gewährleisten, wurden alle Sonden auf einer sich während der Bestrahlung drehenden Scheibe angeordnet.

Gegenüber der früheren Bestrahlungsanordnung ergeben sich jedoch folgende Änderungen: Der bisher verwendete Drehteller aus Aluminium wurde durch 2 Polyäthylenscheiben ersetzt und die Proben dazwischen eingefügt. Die Drehachse ist nunmehr nicht mehr parallel zur Kernoberfläche, sondern senkrecht zu ihr an-

<sup>1</sup> W. KÖHLER, Z. Naturforsch. 18 a, 1339 [1963].

<sup>2</sup> F. Lux u. W. KÖHLER, Nukleonik 7, 480 [1965].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

geordnet<sup>3</sup>. Auf diese Weise wurde die Unterlage der Folien wesentlich besser dem umgebenden Wasser angeglichen (für Flußstörungen kann nunmehr Wasser als Bestrahlungsmedium angenommen werden). Der vorhandene Flußgradient steht jetzt senkrecht auf den Folien.

Die Folien der Vergleichssubstanz waren 20  $\mu$ -Goldstandardfolien, als Ausgangsmaterial für Silicium wurde Quarzglas der Firma Heraeus gewählt. Dieses Quarzglas wurde fein gemörsert und die abgewogene Menge zwischen Polyäthylenfolien eingeschweißt. Dadurch wurde erreicht, daß die Siliciumschicht sehr dünn, aber die Menge genau bekannt war.

Die Aktivität der Goldfolien wurde absolut durch  $\beta\gamma$ -Koinzidenzmessungen bestimmt (gleiche Meßanordnung wie in<sup>4</sup>). Die  $^{31}\text{Si}$ -Aktivität wurde in einem  $4\pi\beta$ -Zählrohr gemessen. Hierfür wurde das  $\text{SiO}_2$ -Pulver zwischen 2,7 mg/cm<sup>2</sup> dicken Aluminiumfolien verteilt. Die Korrektur für die Absorption durch Aluminium zeigt<sup>4</sup>, Abb. 1. Die Ansprechwahrscheinlichkeit des Zählrohres wurde für verschiedene  $\beta$ -Strahler durch  $\beta\gamma$ -Koinzidenzmessungen geprüft<sup>5</sup>, für  $^{31}\text{Si}$  kann sie auf Grund dieser Messungen zu 100% angenommen werden.

## 2. Ergebnisse

Wird für den thermischen Aktivierungsquerschnitt von Gold der Wert von  $\sigma_0 = (98,8 \pm 0,3)$  barn angenommen, so ergeben unsere Messungen für  $^{30}\text{Si}(n,\gamma)^{31}\text{Si}$  einen Wert von  $\sigma_0 = (103 \pm 3)$  mbarn.

Im BNL 325 wird ein Wert von  $(110 \pm 10)$  mbarn angegeben<sup>6</sup>, während in den Originalarbeiten folgende Werte aufgeführt sind:

SEREN, FRIEDLANDER, TURKEL (1947)

$$\sigma_{\text{akt}} = (116 \pm 23) \text{ mbarn}^7,$$

POMMERANCE (1952)

$$\sigma_{\text{abs}} = (0,4 \pm 0,4) \text{ mbarn}^8,$$

LYON, MANNING (1954)

$$\sigma_{\text{akt}} = (90 \pm 9) \text{ mbarn}^9,$$

LYON (1960)

$$\sigma_{\text{akt}} = (110 \pm 10) \text{ mbarn}^{10}.$$

<sup>3</sup> H. MAMPE, Diplomarbeit, Technische Hochschule München 1966.

<sup>4</sup> W. KÖHLER, Z. Naturforschg. **20a**, 1170 [1965].

<sup>5</sup> W. KÖHLER u. K. KNOPF, FRM-Bericht (in Vorbereitung).

<sup>6</sup> D. J. HUGHES u. R. B. SCHWARTZ, BNL 325.

<sup>7</sup> L. SEREN, H. N. FRIEDLANDER u. S. H. TURKEL, Phys. Rev. **72**, 888 [1947].

In der Arbeit von LYON und MANNING<sup>9</sup> ist der aufgeführte Wert nicht explizit enthalten. Er wurde aus dem angegebenen Wert von  $\sigma_{\text{akt}} = (2,9 \pm 0,3)$  barn pro Siliciumatom mit der Isotopenhäufigkeit von 3,09% berechnet. In einer zweiten Arbeit<sup>10</sup> gibt LYON mit nicht näher angegebenen neueren Werten für die verwendeten Konstanten, wie Halbwertszeit, Isotopenhäufigkeit, Wirkungsquerschnitt der Vergleichssubstanz etc., den etwas höheren Wert an.

Der gemessene Aktivierungsquerschnitt liegt innerhalb der Fehlergrenzen dieser älteren Arbeiten. Der angegebene Wert enthält bereits die Korrekturen für epithermische Aktivierung und Selbstabschirmung. Die epithermische Aktivierung wurde durch Cd-Differenzmessungen bestimmt ( $R_{\text{Au}} = 16,70 \pm 0,02$ ;  $R_{\text{Si}} = 59,6 \pm 0,1$ ). Die Selbstabschirmungskorrektur beträgt für die Goldfolien  $1,02 \pm 0,01$ , für die Siliciumsonden könnte sie vernachlässigt werden. Eine Flußdichtekorrektur war nicht erforderlich, da mit beiden Detektoren die mittlere Flußdichte im Detektor ermittelt wurde. Als Korrektur geht daher nur das Verhältnis dieser mittleren Flußdichte zur Flußdichte an der Oberfläche des Detektors ein (Selbstabschirmung) und nicht das Verhältnis der mittleren Flußdichte in der Sonde zur Flußdichte am Ort ohne Sonde (Flußdichtestörung). Nähere Einzelheiten siehe z. B.<sup>11</sup>

Der angegebene Fehler bei  $\sigma_0$  ist die Summe des quadratischen Mittels der Fehler bei der Bestimmung der thermischen Sättigungsaktivitäten (1%), der Korrekturen (1%) und des abgeschätzten maximalen systematischen Fehlers (0,6%).

Herrn Professor Dr. H. MAIER-LEIBNITZ danke ich für das freundliche Interesse an der Arbeit, Herrn Dr. L. KOESTER, dem Leiter der Reaktorstation, für die Möglichkeit der Versuche.

<sup>8</sup> H. POMMERANCE, Phys. Rev. **88**, 412 [1952].

<sup>9</sup> W. S. LYON u. J. S. MANNING, Phys. Rev. **93**, 501 [1954].

<sup>10</sup> W. S. LYON, Nucl. Sci. Eng. **8**, 378 [1960].

<sup>11</sup> A. SPERNOL, R. VANINBRONKX u. G. GROSSE, Neutron Dosimetry, Vol. 1 (547), Int. Atomic Energy Agency, Wien 1963.