Absolutmessungen radioaktiver Quellstärken nach der verbesserten Koinzidenzmethode

Autor(en): **Frosch, R. / Huber, P. / Widder, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **36 (1963)**

Heft V

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-113392

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Absolutmessungen radioaktiver Quellstärken nach der verbesserten Koinzidenzmethode

von **R. Frosch, P. Huber, F. Widder** und **A. Walthert**

Phys. Institut der Universität Basel

(5. VII. 63)

Nach der γ-γ-Koinzidenzmethode wurden drei Co^{60}-Aktivitäten absolut bestimmt, die vorher von drei internationalen Eichstellen mit Hilfe der $4\pi\beta$-γ-Methode[1]) geeicht worden waren.

Die γ-γ-Koinzidenzmethode, nach der wir vorgingen, ist bereits von PUTMAN[2]) erwähnt, später von MEYER, SCHMID und HUBER[3]) ausführlich beschrieben worden. In der zuletzt genannten Arbeit wird auch eine Beschreibung der zu verwendenden fast-slow-Koinzidenzapparatur gegeben.

Um die Methode nach MEYER et al. für Präzisionsmessungen geeignet zu machen, war eine genauere Berücksichtigung der sogenannten Summenimpulse notwendig. Summenimpulse entstehen, wenn zwei koinzidierende γ-Quanten im selben Szintillator der Koinzidenzapparatur einen Effekt erzeugen. In einer früheren Arbeit[4]) zeigten wir, wie durch Verwendung von 2-Kanal-Impulshöhenanalysatoren der Einfluss der Summenimpulse auf das Resultat der Quellstärkenmessung beseitigt werden kann. Inzwischen hat es sich gezeigt, dass die Summenimpulse auch bei Messungen mit einer einfacheren Koinzidenzapparatur, die statt der 2-Kanal-Analysatoren einfache Diskriminatoren enthält, korrekt berücksichtigt werden können.

Im folgenden beschreiben wir die Berücksichtigung der Summenimpulse in dieser neuen Form:

Ein zerfallendes Atom sende in genügend kurzem zeitlichem Abstand zwei Quanten r und s aus. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eines dieser Quanten einen Effekt im Szintillator i ($i = 1, 2$) erzeugt, betrage W_{ir} bzw. W_{is}. Die Wahrscheinlichkeit für das Entstehen eines Summeneffektes im Szintillator i beträgt (abgesehen von der Winkelkorrelation zwischen den Quanten r und s) $[W_{ir} \cdot W_{is}]$. Von den ir-Einzeleffekten habe ein Bruchteil V_{ir} zählbare Impulse zur Folge. Die Zählwahrscheinlichkeit V_{ir} kann mit Hilfe des Diskriminators verändert werden, indem ein bestimmter Bruchteil des im Szintillator entstehenden Impulsspektrums wegdiskriminiert wird. – Die Zählwahrscheinlichkeit für is-Einzeleffekte betrage V_{is}, diejenige für Summeneffekte $V_{i(r+s)}$.

Mit diesen Definitionen ergeben sich, abgesehen von einer Reihe von Korrekturen (Nulleffekt, zufällige Koinzidenzen, Winkelkorrelation, Präparatausdehnung und Totzeit) folgende Zählraten in den drei Zählern der Koinzidenzapparatur

(N = Quellstärke):

$$\left.\begin{aligned} N_1 &= N\,[W_{1r}V_{1r} + W_{1s}V_{1s} - W_{1r}W_{1s}(V_{1r} + V_{1s} - V_{1(r+s)})]\,, \\ N_2 &= N\,[W_{2r}V_{2r} + W_{2s}V_{2s} - W_{2r}W_{2s}(V_{2r} + V_{2s} - V_{2(r+s)})]\,, \\ N_{12} &= N\,[W_{1r}V_{1r}W_{2s}V_{2s} + W_{2r}V_{2r}W_{1s}V_{1s}]\,. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Die Diskriminatoren sollen nun so eingestellt werden, dass die Gesamt-Ansprechwahrscheinlichkeiten in beiden Kanälen der Koinzidenzapparatur für beide Strahlungen r und s gleich sind; es sollen also folgende Gleichungen gelten:

$$W_{ir}\,V_{ir} = W_{is}\,V_{is}\,; \quad i = 1, 2\,. \tag{2}$$

Einsetzen von (2) in (1) ergibt folgende Beziehung zwischen der Quellstärke N und den korrigierten Zählraten:

$$N = \frac{N_1 \cdot N_2}{2\,N_{12}} \cdot K_V\,, \tag{3}$$

worin $K_V = K_{V1} \cdot K_{V2}$ bedeutet, mit

$$K_{Vi} = \left[1 - W_{ir} \cdot \frac{V_{ir} + V_{is} - V_{i(r+s)}}{2\,V_{is}}\right]^{-1}.$$

Der «Korrekturfaktor für Summenimpulse» K_V lässt sich durch Aufnahme von Impulsspektren in den beiden Spektrographenkanälen berechnen, worauf wir in einer späteren Arbeit eingehen werden. – Durch Verkleinern von W_{ir}, also durch Vergrössern der Abstände zwischen dem Präparat und den Szintillatoren, kann K_V beliebig an 1 angenähert und der Fehler von K_V auf den erwünschten Wert verkleinert werden.

Für die Berechnung weiterer Korrekturfaktoren (Winkelkorrelation, Präparatausdehnung, Totzeit) sei auf die Arbeit von MEYER et al.[3]) verwiesen. Die Anpassung dieser Korrekturen an den «WV»-Formalismus werden wir in einer ausführlicheren Arbeit behandeln.

Die Resultate der eingangs erwähnten Co^{60}-Quellstärkenmessungen und die angebrachten Korrekturen sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt. Die Resultate zeigen, dass nach der γ-γ-Koinzidenzmethode in der jetzigen Form auch relativ starke und ausgedehnte Aktivitäten direkt mit einer Genauigkeit von wenigen Promille geeicht werden können.

Beschreibung des Präparates	$4\pi\beta$-γ-Eichstelle	Quellstärke am 1. 7. 63	
		Messung der $4\pi\beta$-γ-Eichstelle	Unsere Messung (γ-γ-Methode)
Quasipunktförmiges Präparat	NBS, Washington	(0,4678 ± 0,0024) μC	(0,4664 ± 0,0024) μC
1,8 g $CoCl_2$-Lösung in Glas-Ampulle	PTB, Braunschweig	(2,95 ± 0,03) μC	(2,940 ± 0,016) μC
1,0 g $CoCl_2$-Lösung in Glas-Ampulle	NPL, Teddington (England)	(79,9 ± 0,4) μC	(79,8 ± 0,5) μC

Korrekturfaktoren)*:

Präparat	NBS	PTB	NPL
Summenimpulse (K_V)	1,008 ± 0,002	1,003 ± 0,001	1,0005 ± 0,0002
Winkelkorrelation (K_θ)	1,059 ± 0,002	1,082 ± 0,003	1,101 ± 0,002
Präparat-Ausdehnung ($K_\varkappa$)	1,000 ± 0,000	0,988 ± 0,003	0,998 ± 0,001
Totzeit (K_T)	1,0005 ± 0,0001	1,0013 ± 0,0002	1,0055 ± 0,0007

*) $N = \frac{N_1 \cdot N_2}{2\, N_{12}} \cdot K_V \cdot K_\theta \cdot K_\varkappa \cdot K_T$.

Literatur

[1]) P. J. Campion, International Journal of Applied Radiation and Isotopes *4*, 423 (1959).

[2]) J. L. Putman, *Measurement of Disintegration Rate, in «Beta- and Gamma-Ray Spectroscopy»*, ed. K. Siegbahn, Amsterdam (1955).

[3]) K. P. Meyer, P. Schmid und P. Huber, Helv. Phys. Acta *32*, 423 (1959).

[4]) R. Frosch, P. Huber und F. Widder, Helv. Phys. Acta *35*, 305 (1962).