

Hinweis zur Versuchsdurchführung

Es ist nach der Planung unbedingt mit den Messungen zu 1.) zu beginnen! Das Schreiben des Protokolls, die Durchführung von Berechnungen etc. hat weitestgehend während laufender Messungen zu erfolgen

Versuchsablauf

1. Bestimmung der Zählrohrcharakteristik des GEIGER-MÜLLER-Zählrohrs

Am Meß-PC wird das Programm RK aufgerufen, die Meßplatznummer eingegeben und im Menü „Strahlungsmeßplatz“ wird die Meßzeit t und die Impulszahl N vorgewählt (Kriterien: geplanter Zeitfond für die Messung, notwendige Impulszahl laut geforderter Meßgenauigkeit $\Delta N/N < 5 \%$, wobei ΔN in diesem Fall $\sigma = N^{1/2}$ ist,!)
 Der Probenbehälter wird mit 40 ml 8 n (= 4 molarer) K_2CO_3 -Lösung gefüllt.

Start der Messung bei Detektorspannung 0 V .Dann wird die Spannung so lange erhöht, bis die ersten „Impulse“ registriert werden. Damit ist die Einsatzspannung U_E annähernd ermittelt.

Zur genauen Aufnahme der Zählrohrcharakteristik wird mit der Meßreihe knapp unterhalb der vorläufigen U_E mit den Messungen begonnen. Zunächst wird die Spannung in Schritten von 10 V erhöht, nach Erreichen des Plateaus kann die Schrittweite auf 20 V vergrößert werden. Die Meßwerte werden in eine Tabelle des Versuchsprotokolls übernommen (Hilfe durch Menü „Auswertung 1“).

Tabelle 1 Zählrohrcharakteristik

Detektorspannung U	Impulszahl N	Meßzeit t in sec	Zählrate $Z = N/t$ in sec^{-1}	ΔZ (für 2σ -Fehler)

Aus den Meßwerten der Tabelle erfolgt die grafische Darstellung der Zählrohrcharakteristik. Aus diesem Diagramm ergeben sich die genaue Einsatzspannung U_E , die empfohlene Arbeitsspannung U_A sowie Angaben zum Plateau (Länge, Steigung sind ablesbar).

2. Kaliumbestimmung durch Aktivitätsmessungen

Für die gegebenen Versuchsbedingungen (eindeutige Zuordnung der Probe zum Zählrohr, konstante Füllmenge, vernachlässigbare Totzeiteffekte, geringe Dichteeinflüsse auf die Zählausbeute) gelten die Beziehungen

$$Z = \eta A \quad (1)$$

$$A = \lambda {}^{40}K \quad (2)$$

$${}^{40}K = \varepsilon K \quad (3)$$

η = Zähleffektivität der Meßanordnung; λ = Zerfallskonstante des ${}^{40}K$; ε = Anteil von ${}^{40}K$ im Isotopengemisch ; A = Aktivität in $s^{-1} = Bq$; ${}^{40}K$ = Zahl der radioaktiven Kaliumatome; K = Zahl der Kaliumatome .

Daraus folgt die Möglichkeit, den Kaliumgehalt aus den Zählraten der Analysen-, Kalibrier- und Nulleffektproben rechnerisch oder mit Hilfe einer einfachen Kalibrierungsgeraden zu bestimmen.

Können die o.g. Bedingungen nicht aufrechterhalten werden, ergibt sich ein nichtlinearer Zusammenhang, der am besten durch eine experimentell ermittelte Kalibrierungskurve gewonnen wird. Auf diese Weise ist ebenfalls eine Konzentrationsbestimmung (ggf. nur in bestimmten Bereichen) möglich.

Im vorliegenden Fall müssen folgende drei Messungen mit möglichst hoher Genauigkeit durchgeführt werden (d.h. ΔZ ist durch hohe Impulszahl N unter Beachtung der Zeitplanung zu minimieren! Wünschenswert ist, daß $\Delta Z/Z$ und $\Delta c/c$ annähernd gleich groß sind):

1. Messung der 8 n K_2CO_3 -Standardlösung,
2. Messung der Analysenprobe,
3. Messung einer Nullprobe (Wasser).

Nach jeder Messung ist der Behälter gründlich mit destilliertem Wasser auszuspülen !

Die Ergebnisse sind in einer Tabelle darzustellen (Hilfe durch das Menue „Auswertung 2“), Dieses Menü ermöglicht die graphische Darstellung und die Auswertung per PC .

Tabelle 2 Konzentrationsbestimmung

Konzentration c	Δc	Zählrate Z	ΔZ

Δc ist für folgende Annahmen rechnerisch abzuschätzen :

Es wurde 1 l einer 8 n K_2CO_3 -Lösung durch Auflösen von 4 Mol K_2CO_3 (Molmasse von $K_2CO_3 = 138,2$ g).

hergestellt. Die Wägung der Pottasche wurde mit Hilfe von Handelsgewichtsstücken durchgeführt. Die Volumenbestimmung erfolgte mit einem 1 l Maßkolben.

Mit Hilfe der Grafik ist $c \pm \Delta c$ für die Analysenprobe zu ermitteln.

3. Berechnung der Zähleffektivität der Meßanordnung

Aus der berechneten Aktivität A der 40 ml Probe der 8 n K_2CO_3 -Lösung und der gemessenen Zählrate Z ergibt sich die Zähleffektivität η aus der Beziehung (1).

Avogadrokonstante	$6,02 \times 10^{23}$
Zerfallskonstante λ_{K-40}	$1,69 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1}$
Gehalt an ^{40}K im natürlichen Isotopengemisch	0,012 %