



Halbwertszeit von Radon

K - 6

Alpha-Zerfall von Thorium-Emanation

Kernphysik

Karte nur zur Benutzung in den Räumen der Universität Ulm, Vorlesungssammlung Physik

02.11.04

Brackenhofer G.

Stichworte: Thorium-Emanation: Messung der Halbwertszeit; Ionisationskammer: Halbwertszeitmessung; Radioaktiver Zerfall: Halbwertszeitmessung von Radon; Halbwertszeit von Thorium-Emanation; Zeitmessung: Halbwertszeit von Thorium-Emanation; Radon: Messung der Halbwertszeit

Zweck: Bestimmung der Halbwertszeit von Thorium-Emanation (Radon, Alpha-Strahler) durch Messung des Stromes in einer Ionisationskammer. Prinzip der Radiocarbon-Uhr.

Vorversuch mit Geiger-Müller-Zählrohr und Impulsratenmesser.

Zubehör: Ionisationskammer {59-1}
Gefäß mit Thoriumsalz {Nr. 8 im Schrank für radioaktive Präparate}
Messverstärker L 53201 {77-2} oder Keithley-Elektrometer 610C {77-2}
Hochspannungsnetzgerät L 52237 {65-3}
Statisches Voltmeter 4 kV L 54039 {61-1}
Widerstand 50 M Ω Phywe {66-6}
Warnschild „Vorsicht Hochspannung“ {65-6}
Oszilloskop Yokogawa DL708e {63-3}

Bild:



Zur Glättung der Hochspannung:

Widerstand 50 M Ω Phywe {66-6}
Kondensator 10 μ F/2,5 kV= {66-5}
Hochspannungsumschaltgerät {65-5}

Zur Anzeige der Ausgangsspannung des Verstärkers von Leybold benötigt man das Demonstrations-Multimeter mit Eingang 60 mV. Beim Keithley-Elektrometer kann ein beliebiges Spannungsmessgerät verwendet werden.

Aufbau:

Kabel des Messverstärkers oder Elektrometers in den Boden der Kammer stecken. Auf den Stift des Kabels die Bananensteckerkupplung und einen Stift (4 mm \varnothing , 40 mm lang) stecken. Dieser Stift muss in die Kammer hineinragen.

Hochspannungsnetzgerät an die Ionisationskammer anschließen. Wenn gewünscht, eine Stabilisierung der Hochspannung mit einem Kondensator 10 μ F und einem Widerstand 50 M Ω aufbauen (siehe Schaltskizze). Da der Kondensator sehr langsam aufgeladen wird, kann der Widerstand zunächst mit dem Hochspannungsumschalter übergangen werden (Taste „A+C“ drücken und nach dem Laden wieder auf „Aus“).

Messverstärker auf $3 \cdot 10^{-11}$ A stellen oder Elektrometer auf $1 \cdot 10^{-10}$ A einstellen.

Hochspannungswarnschild aufstellen.

Die Ausgangsspannung des Messverstärkers (60 mV) oder des Elektrometers (2 V) an ein Handmultimeter (zur Kontrolle) und an das Oszilloskop anschließen.

Einstellungen:

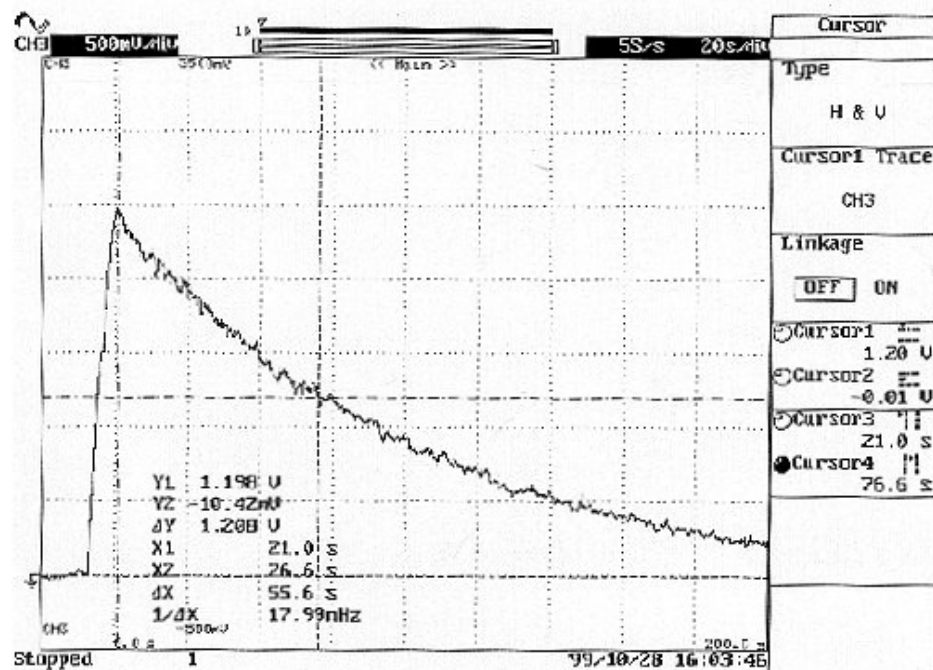
Hochspannung: 2 kV, stabilisiert

Messverstärker: $3 \cdot 10^{-11}$ A

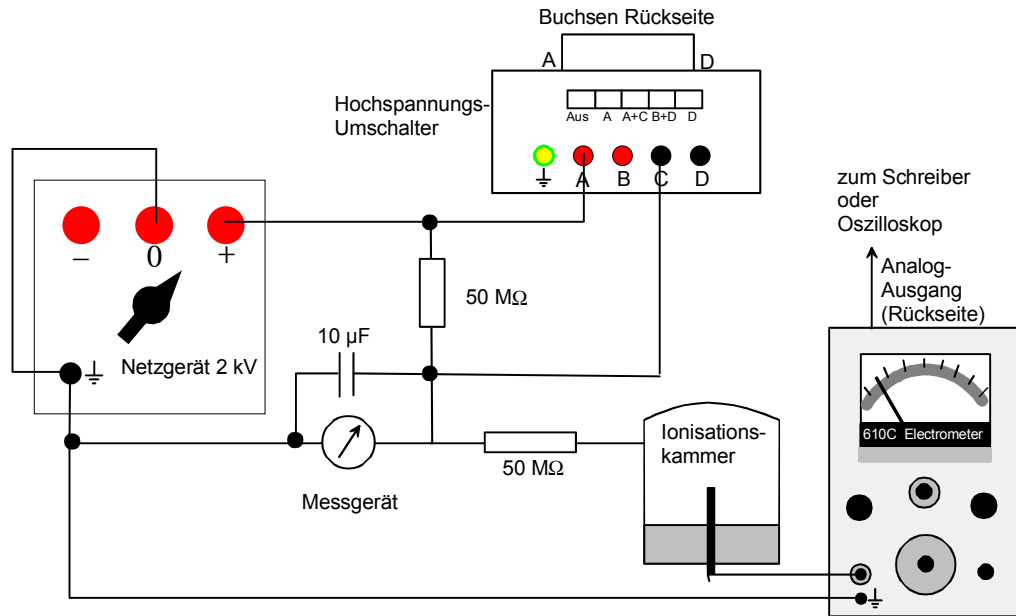
Elektrometer: $1 \cdot 10^{-10}$ A

Oszilloskop (wenn Elektrometer als Messgerät): CH3; 500 mV/Div; 20 s/Div; Trigger: Line; Messung starten mit ACQ, Single Start; Cursor- Messung mit Cursor; Einstellung ist auf Diskette unter der Versuchsnummer abgespeichert.

Oszilloskop:



Schaltung:

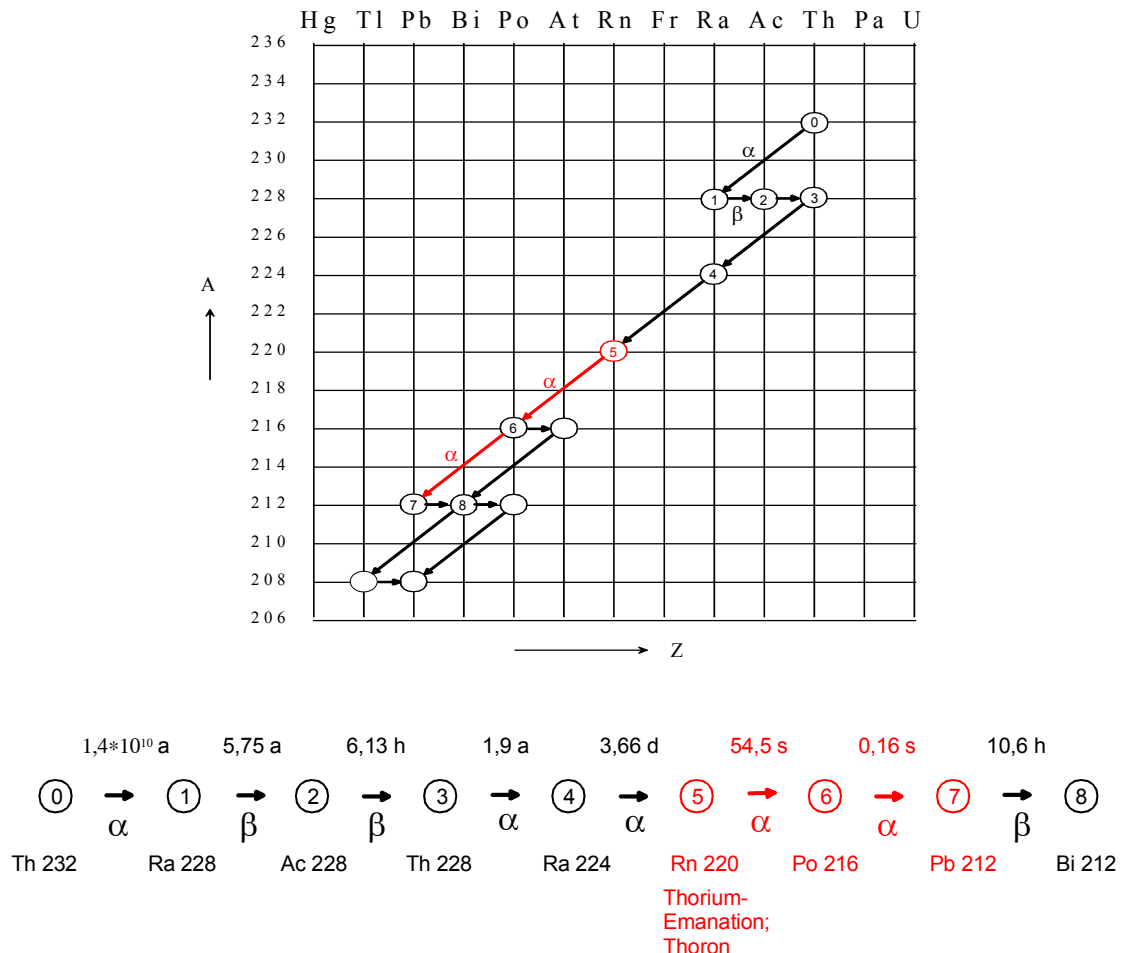


Durchführung: Schlauchklemme öffnen. Durch zwei- oder dreimaliges Drücken auf die Flasche wird gasförmiges Radon in die Kammer geblasen (VORSICHT: Außen an der Kammer liegt eine Spannung von 2 kV!). Das Radon zerfällt und ionisiert die Luft in der Kammer. Der Strom ist proportional zur Zerfallsrate und diese wiederum ist proportional zu den noch nicht zerfallenen Radonatomen.

Registrierung starten und Kurve aufzeichnen. Messzeit ca. 200 s.

Auswertung: Cursor einschalten. Ersten Horizontalcursor am Anfang der Kurve platzieren und den zweiten auf den halben Wert des ersten einstellen. Die Vertikalcursor auf den Schnittpunkten der beiden Horizontalcursor mit der Kurve positionieren und das Zeitintervall ablesen.

Thorium-Zerfallsreihe:



Hinweis:

Gutes Periodensystem der Elemente mit Isotopen und Zerfallsreihen:

<http://www.periodictable.tsx.org>

Vorversuch:

Da man die Vorgänge in der Ionisationskammer weder sehen noch hören kann, halte ich einen Vorversuch für sinnvoll: Radon wird in einen Glasbehälter eingeblasen, in dem auch ein Geiger-Müller-Zählrohr steckt. Die Zerfallsrate ist direkt hörbar, außerdem ist sie mit einem Instrument sichtbar zu machen. Man erkennt sehr gut den schnellen Anstieg beim Einblasen, die statistischen Schwankungen beim Zerfall und die langsame Abnahme der Zählrate.

Zubehör:

Gefäß mit Thoriumsalz {Nr.8 im Schrank für radioaktive Präparate}

Glas 100 ml (Beschriftung seromed) {59-2}

Geiger-Müller-Zählrohr {59-2}

Impulsratenmesser Phywe 11745.93 {59-3}

Demonstrationsmultimeter L 53186 {61-2}

Aufbau:

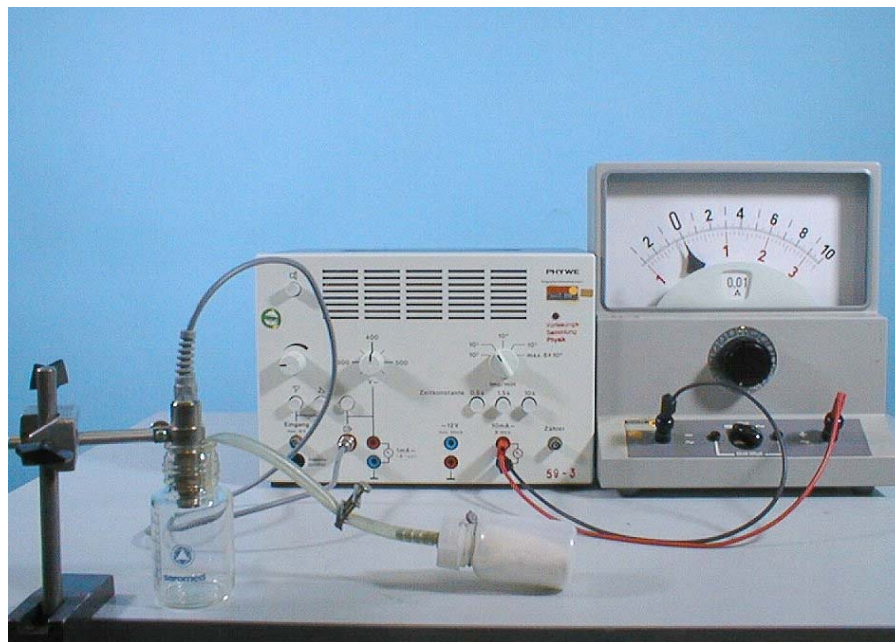
Geiger-Müller-Zählrohr an den passenden Eingang des Impulsratenmessers und Ausgang 10 mA an das Multimeter anschließen.

Schlauch des Präparats und Zählrohr in das Glas stecken.

Durchführung:

Radon durch einmaliges oder zweimaliges Drücken auf die Plastikflasche in das Glas blasen. Impulse hörbar und auf dem Instrument sichtbar machen.

*Bild zum
Vorversuch:*



Hinweis:



Die Aktivität des Gefäßes mit Thoriumsalz beträgt etwa $1 \mu\text{Ci}$ oder $3,7 \cdot 10^4 \text{ Bq}$. Man sollte die Flasche daher nicht unnötig in die Nähe des menschlichen Körpers bringen. Die Aufbewahrung muss im Schrank für radioaktive Präparate erfolgen.

Der Deckel der Flasche darf nicht abgeschraubt und die Plombe nicht beschädigt werden. Besondere Strahlenschutzmassnahmen wie Bleiabschirmungen sind nicht nötig.

Die Flasche darf nur zum Versuch zusammengedrückt werden.

Folie:

Versuchsaufbau und Thorium-Zerfallsreihe.