

# Versuch 15: Reichweite, Absorption und Durchdringungsfähigkeit von $\alpha$ -, $\beta$ - und $\gamma$ -Strahlung (Berthold LB 123 UMo mit LB 1236 und LB 1238)

## Vorbereitung:

- Gasionisationsdetektoren
- Ionisationskammer, Proportionalzähler, Auslösezähler
- $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - Strahlung
- WW von Strahlung mit Materie
- Nulleffekt (Nullrate)
- Strontium-90, Americium-241, Kobalt-60
- Aktivität, Dosisleistung
- Absorptionsgesetz (Gültigkeit für  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - Strahlung)

## Aufgabenstellung:

### **Vorbereitung: Messaufbau verschiedener $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -Strahlenquellen und Messsonden**

Präparate:	$\alpha$ - Strahler:	Am-241
	$\beta$ - Strahler:	Sr-90
	$\gamma$ - Strahler:	Co-60

Zur Impulsratenmessung ist das Messgerät **LB 123** mit den Sonden **LB 1236** ( $\gamma$ -Strahlung) und **LB 1238** ( $\alpha$ -,  $\beta$ -Strahlung) einzusetzen. Messsonden und Teststrahler sind hierbei mit Reitern auf einer optischen Bank zu befestigen.

**Sonde LB 1238** ( $\alpha$ -,  $\beta$ -Strahlung) ist dabei so anzuordnen, dass die Längsachse der Sonde parallel zur Längsachse des Teststrahlers ausgerichtet ist. Der Abstand von Strahler zur Messsonde LB 1238 beträgt 20 mm (außer Aufgabe 1)!

**Sonde LB 1236** ( $\gamma$ -Strahlung) ist dabei so anzuordnen, dass die Längsachse der Sonde senkrecht zur Längsachse des Teststrahlers ausgerichtet ist. Der Abstand von Strahler zur Messsonde LB 1236 beträgt 15 cm!

**Vorsicht beim Aufbau! Berührung von Testpräparat und Sonden ist unbedingt zu vermeiden (Kontamination, Beschädigung)**

### **Aufgabe 1: Messung der Impulsrate der $\alpha$ - (Am-241) und $\beta$ -Strahlenquelle (Sr-90), Bestimmung der Reichweiten**

- a) Zur Aktivitätsmessung ist das Messgerät **Berthold LB 123 UMo** mit der Sonde **LB 1238** ( $\alpha$ ,  $\beta$ , - Strahlung) einzusetzen. Bei der Messung muss die Sonde LB1238 mit der Stirnfläche zum Strahler weisen. Eine gedachte Längsachse von Präparat und Sonde stimmen überein. Bei Bestimmung der Abstände ist mit großer Sorgfalt vorzugehen, da insbesondere die Alufolie der Sonde sehr druckempfindlich ist – eine Reparatur kostet etwa 8000 EUR!
- b) Bestimmen Sie die Impulsrate der Am-241-Quelle über einen sinnvollen Messbereich und plotten Sie diese. Ermitteln/Fitten Sie die Reichweite (der Ort, an dem 50% der ursprünglichen Impulsrate erreicht werden) und vergleichen Sie diese mit der aus der Literatur für Am-241 erwarteten Reichweite an Luft.
- c) Bestimmen Sie die Impulsrate der Sr-90-Quelle über einen sinnvollen Messbereich und plotten Sie diese. Ermitteln/Fitten Sie die Reichweite (der Ort, an dem 50% der ursprünglichen Impulsrate erreicht werden) und vergleichen Sie diese mit der aus der Literatur für Sr-90 erwarteten Reichweite an Luft.

## Aufgabe 2: Bestimmung der Absorption in Materialien

- a) Messung der Impulsrate des  $\alpha$ - Strahlers für verschiedene Absorbermaterialien Papier (80 g/m), Eisen ( $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) und Blei ( $\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ). Beachten Sie, dass die Zeitkonstante des Messgerätes bis zu 2 min betragen kann (bei niedriger Impulsrate).  
Messwerte: ohne Absorber  
1 Blatt Papier  
2 Blatt Papier  
1 mm Eisen (Plättchen)
- b) Messung der Impulsrate des  $\beta$ - Strahlers (Sr-90) für verschiedene Absorber.  
Messwerte: ohne Absorber  
1 Blatt Papier  
2 Blatt Papier,  
4 Blatt Papier  
8 Blatt Papier  
16 Blatt Papier,  
32 Blatt Papier  
64 Blatt Papier  
128 Blatt Papier,  
256 Blatt Papier  
1 mm Eisen (Plättchen)  
2 mm Eisen  
5 mm Eisen  
10 mm Eisen  
20 mm Eisen.
- c) Messung der Impulsrate der  $\gamma$ - Strahlers für verschiedene Absorber.  
Messwerte: ohne Absorber  
10 mm Eisen  
20 mm Eisen  
50 mm Eisen  
10 mm Blei (Platte)  
20 mm Blei (Platte)  
50 mm Blei (Platte)  
10 cm Blei (Platte)

**Achtung:** Die Absorptionsmessungen der Aufgaben 2b-d müssen bei gleichem Abstand von Messsonde zu Strahler durchgeführt werden  
Nullratenmessungen nicht vergessen!

## Aufgabe 3: Auswertung der Messwerte

- a) Stellen Sie die Messwerte aller Messungen grafisch dar und diskutieren Sie die Ergebnisse.
- b) Ermitteln/Fitten Sie für Aufgabe 1 die Reichweiten (die Orte, an denen 50% der ursprünglichen Impulsrate erreicht werden) und vergleichen Sie diese mit der aus der Literatur für Am-241 und Sr-90 erwarteten Reichweite an Luft.
- c) Vergleichen Sie Ihr Diagramme mit dem Absorptionsgesetz. Für welche Strahler und in welchem Abständen gilt es, wo gibt es Abweichungen? Fitten Sie die Daten für Aufgabe 2c und ermitteln Sie die Absorptionskonstanten für Eisen und Blei.
- d) Diskutieren Sie Ihre Ergebnisse.

## Aufgabe 4: Fehlerdiskussion

- a) Geben Sie sämtliche Messwerte mit Messfehlern an. Fehler einer Aktivitätsmessung ist  $\sqrt{N}$  mit  $N = \text{Impulszahl}$ ;  $\text{Impulsrate } n = N / t$  (  $t$  Messzeit)

- b) Berücksichtigen Sie die Gesetzmäßigkeiten zur Ermittlung von Einzelfehlern, (relativen) mittleren statistischen Fehlern und der Fehlerfortpflanzung.
- c) Geben Sie ein Resümee möglicher Einzelfehler, ihres Zusammenhangs und Ihrer Auswirkung auf die Messergebnisse.

### **Empfohlene Literatur**

- /1/ H. Faßbender: Einführung in die Meßtechnik der Kernstrahlung und die Anwendung der Radioisotope; Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1962
- /2/ Riezler, Kopitzki: Kernphysikalisches Praktikum; Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1963
- /3/ G. Böhler: Elementare Übungen zur Kernstrahlenmessung; Verlag Karl Thiernig, München 1962
- /4/ R.G. Jaeger, W. Hübner: Dosimetrie und Strahlenschutz; Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1974
- /5/ M. Oberhofer: Strahlenschutzpraxis, Meßtechnik; Karl Thiernig Verlag, München 1972
- /6/ W. Stolz: Radioaktivität - Grundlagen, Messungen, Anwendungen; Teubner Verlag 1990

### **Geräte und Unterlagen**

UMO LB 123  
Sonde LB 1236 ( $\gamma$ -Strahlung)  
Sonde LB 1238 ( $\alpha$ ,  $\beta$ - Proportionalzähler)  
Verbindungskabel  
Optische Bank  
Stativreiter, Stativstangen, Kreuzklemmen  
Gebrauchsanleitungen UMO LB 123

### **Radioaktive Präparate**

#### **Strontium-90**

Aktivität: 3  $\mu$  Ci

Als Carbonat in eine Edelmetallfolie eingebettet, die an der Stirnseite eines Stativstabes durch eine aufgelötete, durchbohrte Messingkappe gehalten wird. Die Bohrung ist mit einer 0,1 mm dicken Nickelfolie abgedeckt.

Abschirmung:                      Massiver Aluminiumzylinder mit einem Durchmesser von 60 mm und einer Höhe von 67 mm.

#### **Ameritium-241**

Aktivität 10  $\mu$  Ci

Metallisch in eine Edelmetallfolie eingebettet, die an der Stirnseite eines Stativstabes aufgelötet ist.

#### **Kobalt-60**

Aktivität 370 kBq

In Kunststoff eingebettet an der Spitze eines Kunststoffzylinders ( $\varnothing = 1$  cm) unter Edelmetallfolie auf einem Stab.

**Keine Abschirmung**

**Die Ausgabe der Präparate erfolgt vor allen Laborversuchen an die Kursteilnehmer. Die Rückgabe ist nur an den aufsichtführenden Dozenten oder seinen Beauftragten möglich.**