



V13 – Radioaktivität

Ort: F-Praktikum C60.006

Betreuer: Dr. M. Dehnert

Der radioaktive Zerfall, ein grundlegender stochastischer Prozess in der Natur, wird in diesem Fortgeschrittenenpraktikum anhand von Cobalt-60 (Co-60) und Strontium-90 (Sr-90) Quellen untersucht.

Darüber hinaus wird die Wechselwirkung von γ -Strahlung mit verschiedenen Materialien, darunter Blei, Aluminium und Eisen, analysiert. Ziel ist die Bestimmung der linearen Schwächungskoeffizienten und Halbwertsdicken dieser Materialien, um ihr Potenzial als Strahlenschutzmaterialien zu bewerten.

Ebenso wird das Intensitäts-Abstandsverhalten von γ -Strahlung in Luft untersucht. Dies ermöglicht Einblicke in die Ausbreitung dieser Strahlung und liefert wichtige Erkenntnisse für Anwendungen in verschiedenen Bereichen, einschließlich Medizin und Strahlentherapie.

Dieses Experiment vertieft nicht nur das Verständnis für radioaktiven Zerfall und Strahleninteraktionen, sondern hat auch praktische Implikationen hinsichtlich des Strahlenschutzes und der Anwendungen der Radioaktivität in der modernen Technologie. Die Untersuchung verschiedener Metalle als Strahlungsschutzmaterialien erweitert unsere Erkenntnisse und liefert wissenschaftliche Grundlagen für den Strahlenschutz.

1. Zeigen Sie, dass der radioaktive Zerfall ein stochastischer Prozess ist.
2. Überprüfen Sie die Schwächung von γ – Strahlung durch verschiedene Metallplatten und ermitteln Sie den linearen Schwächungskoeffizient und die Halbwertsdicke von Blei.
3. Untersuchen Sie das Intensitäts-Abstandsverhalten von γ -Strahlung in Luft.

Ein detailliertes Arbeitsprogramm für diesen Versuch befindet sich am Ende dieser Anleitung.

natürliche Radioaktivität, Radionuklide, α -, β - und γ -Strahlung, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit, Abstandsgesetz, γ -Absorption, Schwächungskoeffizient, Halbwertsdicke, Geiger-Müller-Zählrohr, Nulleffekt

1. H. Lindner, Grundriss der Atom- und Kernphysik Kapitel 9, 12, 13, Fachbuchverlag Leipzig 1988
2. W. Stolz, Radioaktivität Teubner Verlag 2005
3. W. Walcher Praktikum der Physik, Kapitel 6.4 Teubner Verlag 1989
4. Schenk, W., Kremer, F. (Hrsg.), Physikalisches Praktikum, 13. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag 2011
5. H. J. Eichler, J. Sahn, H.-D. Kronfeldt, Das neue Physikalische Grundpraktikum, Kapitel 47, Springer-Verlag, Berlin 2001



Nulleffekt:

- ▶ Bestimmen Sie den Nulleffekt, indem Sie die Zählrate für 15 Minuten messen.

Statistischer Charakter radioaktiver Prozesse: Für die Untersuchungen stehen Messplätze mit einem Geiger-Müller-Zählrohr und einer Aufnahme für stabförmige, umschlossene Strahlungsquellen zur Verfügung. Die Position x_{SP} der Quelle kann an einer Skala mit beliebigem Nullpunkt abgelesen werden, die an der Versuchsanordnung befestigt ist. Bei Nullstellung der Quellenhalterung (d.h. $x_{SP} = 0$) verbleibt ein Abstand zwischen der Probe und dem Zählrohr. Außerdem ist die genaue Position des radioaktiven Materials innerhalb des Stabpräparats ebenso unbekannt wie der Ort innerhalb des Zählrohrs, an dem der Nachweis der Strahlung am effektivsten ist. Diese Sachverhalte werden in einem zur Trägerposition hinzuzurechnenden Abstandswert x_{QD} ("Quelle-Detektor") zusammengefasst, der für jeden Messplatz empirisch ermittelt wurde und dessen Wert am Experimentierplatz vorliegt. Für den tatsächlichen Abstand zwischen radioaktivem Material und Zählrohr ist somit $r = x_{SP} + x_{QD}$ zu verwenden.

- ▶ Benutzen Sie für Ihre Untersuchungen die Sr90-Quelle bei einer Supportposition $x_{SP} = 20$ mm.
- ▶ Messen Sie jeweils 25 mal eine Minute die Zählrate für das Präparat.
- ▶ Vergleichen Sie die Standardabweichung des Mittelwertes der Nettoimpulszahl mit der zu erwartenden Standardabweichung, wenn es sich um eine Poisson-Verteilung handelt ($s_N = \sqrt{N}$).

Schwächung von γ -Strahlung:

- ▶ Benutzen Sie für Ihre Untersuchungen die Co60-Quelle und anschließend die Sr90-Quelle bei einer Supportposition $x_{SP} = 20$ mm
- ▶ Die Zählrate soll jeweils eine Minute gemessen werden.
- ▶ Verwenden Sie zur Schwächung der Strahlung bis jeweils zu fünf Metallplatten, deren dicke Sie einzeln bestimmen.
- ▶ Bestimmen Sie die Halbwertsdicke und den Schwächungskoeffizienten der einzelnen Metalle für beide Präparate.

Abstandsabhängigkeit:

- ▶ Die Untersuchungen zum Abstandsgesetz sind an den Supportpositionen $x_{SP} = 0$ mm, 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 30 mm, 45 mm und 60 mm durchzuführen.

- ▶ Es gilt der Strahlenschutzgrundsatz, sich der Strahlung so wenig und so kurz wie möglich auszusetzen!
- ▶ Essen und Trinken am Versuchsplatz und im Praktikumsraum sind untersagt.
- ▶ Die Zählrohrfenster sind sehr leicht mechanisch zerstörbar und dürfen daher weder mit der Hand noch mit Gegenständen berührt werden. Vor den Messungen ist die Schutzkappe vorsichtig abzunehmen und nach Messabschluss wieder anzubringen.