

Übung 40 Radioaktivität

ETH-Leitprogramm "Radioaktivität (Ionisierende Strahlung)"

Lernziele

Die Lernziele finden Sie im Internet unter:

<http://www.tel.fh-htwchur.ch/borer/Physik/Lernziele> (Physik 2, Radioaktivität)

Aufgabe

Bearbeiten Sie das ETH-Leitprogramm "Radioaktivität (Ionisierende Strahlung)".

Sie finden das Leitprogramm im Internet unter:

<http://www.tel.fh-htwchur.ch/borer/Physik/Unterlagen> (Physik 2, Radioaktivität)

Bemerkungen, Ergänzungen zum Leitprogramm

Allgemein

- Es finden keine Kapiteltests statt.
- Die Addita der Kapitel 1, 2 und 3 sind freiwillig (keine diesbezügliche Lernziele)
- Im Leitprogramm-Text sind manchmal griechische Buchstaben falsch gedruckt (a statt α , b statt β , g statt γ , l statt λ , ...)

Kapitel 1 "Die kleine Welt"

- Seite 11, Literaturstudium:
weglassen

Kapitel 2 "Radioaktivität = Ionisierende Strahlung"

- Seite 31, Experiment 2.1:
weglassen
- Seite 36, Literaturstudium:
 - Text aus Buch *Dorn-Bader* auf kopierten Blättern
 - Einen Ausschnitt der Nuklidkarte finden Sie im Buch *Metzler* auf der Innenseite des hinteren Buchdeckels.
- Seite 40, Literaturstudium:
Text aus Buch *Dorn-Bader* auf kopierten Blättern

Kapitel 3 "Messung ionisierender Strahlung und Dosimetrie"

- Seiten 59/60 und 62/63/64: Experimente 3.1 und 3.2:
 - Der experimentelle Aufbau des Geiger-Müller-Zählrohres inkl. Zusatzgeräte weicht von den Beschreibungen im Leitprogramm ab. Aus diesen und organisatorischen Gründen führen Sie die Experimente in etwas abgeänderter Form durch.
 - Anleitung und Aufgabenstellungen zu den Experimenten finden Sie weiter unten im Abschnitt "Experimente mit dem Geiger-Müller-Zählrohr"
- Seite 68, Literaturstudium:
weglassen, d.h. Variante 2 bearbeiten

Kapitel 4 "Die biologische Wirkung radioaktiver Strahlung"

- Seite 81, Literaturstudium:
 - weglassen
 - Erklärungen zu unklaren Begriffen finden Sie im Internet.
- Seite 84, Literaturstudium:
 - Text aus Buch *Dorn-Bader* auf kopierten Blättern

Experimente mit dem Geiger-Müller-Zählrohr

Geiger-Müller-Zählrohr und Zählgerät

Die Messvorrichtung besteht aus zwei Teilen:

- Geiger-Müller-Zählrohr
- Multifunktionszähler

Das Geiger-Müller-Zählrohr wird mit einer konstanten Spannung von 500 V betrieben. Es ist direkt an die beiden 500 V-Buchsen auf der Rückseite des Multifunktionszählers angeschlossen. Der Multifunktionszähler enthält sowohl ein elektronisches Zählgerät als auch einen integrierten Verstärker mit Lautsprecher.

Der Funktionswahlschalter wird in Stellung \blacktriangle gebracht. Die Messung wird mit Zeitvorwahl (Einstellung auf dem Drucktastenfeld vorne links) durchgeführt.

Für den Messvorgang ist folgende Sequenz auszuführen:

- Taste 1 drücken (Lampe leuchtet)
- Starten mit START-Taste (0 blinkt und die Anzeige registriert die Ereignisse)
- Wenn die 0 nicht mehr blinkt ist das Ende der Messung erreicht (Anzeige bleibt fix).
- Zurückstellen der Anzeige mit Taste NULL

Die Ermittlung der Zählrate über eine bestimmte Zeit ergibt einen Wert, welcher einer statistischen Streuung unterworfen ist. Deshalb ist es unbedingt nötig, immer eine Messserie auszuführen und den Mittelwert zu bestimmen.

Umgang mit radioaktiven Präparaten

Die im Experiment verwendeten Präparate sind von geringer Aktivität und erfordern deshalb keine ausserordentlichen Schutzmassnahmen. Das strahlende Präparat ist an der Frontseite hinter einer metallischen Abdeckung montiert. Es wird auf die allgemeingültigen Regeln für den Strahlenschutz verwiesen.

Experimente / Aufgabenstellungen

1. Radioaktivität hörbar machen

- a) Betreiben Sie das Zählrohr ohne radioaktives Präparat. Was hören Sie?
Suchen Sie eine mögliche Erklärung für die Beobachtung.
(Lösung siehe Leitprogramm Seite 73: Lösung Aufgabe 3.3)
- b) Nehmen Sie nun das Präparat Sr-90 (Strontium-90). Sr-90 ist ein β -Strahler.
Nähern Sie das Präparat langsam dem Zählrohr. Was passiert?
Notieren Sie in Stichworten die von Ihnen gemachten Beobachtungen.
Welche Schlussfolgerungen ergeben sich daraus?
(Lösung siehe Leitprogramm Seite 73: Lösung Aufgabe 3.4)

2. Reichweite / Abschirmung von radioaktiver Strahlung

- a) *Reichweite / Abschirmung von β -Strahlung*
Entfernen Sie die gelbe Schutzkappe des Zählrohres. Das nun offene Glimmerfenster ist sehr dünn und äusserst leicht zerstörbar. Es darf also nicht berührt werden.

Nehmen Sie das Präparat Am-241 (Americium-241). Am-241 ist ein typischer α -Strahler. Begleitet wird diese Strahlung aber auch von einem schwachen Anteil an β - und γ -Strahlung, welche bei einer Messung ebenfalls erfasst wird.

Stellen Sie durch einige Messungen fest, dass

- α -Strahlung bereits mit einem Blatt Papier vollständig abgeschirmt werden kann.
- die Reichweite von β -Strahlung in Luft lediglich einige Zentimeter beträgt.

b) *Abschirmung von β - und γ -Strahlung*

Setzen Sie die gelbe Schutzkappe des Zählrohres wieder auf.

Nehmen Sie den β -Strahler Sr-90 (Strontium-90).

Untersuchen Sie, wie gut man β -Strahlung

- mit einem Blatt Papier
- mit Aluminium-Platten verschiedener Dicke (Dicke \sim Anzahl Platten) abschirmen kann.

Nehmen Sie den β -Strahler Co-60 (Kobalt-60).

Untersuchen Sie, wie gut man β -Strahlung

- mit einem Blatt Papier
- mit Aluminium-Platten verschiedener Dicke (Dicke \sim Anzahl Platten) abschirmen kann.

c) *Halbwertsdicke der β -Strahlung für Aluminium*

Für die Absorption von β -Strahlung in einem Medium gilt das Absorptionsgesetz

$$Z = Z_0 e^{-\mu d}$$

- mit
- Z = Zählrate bei Absorberdicke d
 - Z_0 = Zählrate bei Absorberdicke $d = 0$
 - d = Absorberdicke
 - μ = Absorptionskoeffizient

Bestimmen Sie die Halbwertsdicke der β -Strahlung für Aluminium.

Die Halbwertsdicke ist jene Materialdicke, bei der die Zählrate halbiert wird.

- Messen Sie den Null-Effekt.
- Montieren Sie das Co-60-Präparat (β -Strahler) in einer bestimmten Entfernung zum Zählrohr.
Stellen Sie unterschiedlich viele Alu-Platten zwischen den β -Strahler und das Zählrohr, und messen Sie jeweils die Messrate für die β -Strahlung.
- Stellen Sie die Messergebnisse im Sinne der Abbildung 3.6 im Leitprogramm (Seite 64) grafisch dar.
Die Messpunkte sollten auf einer Geraden liegen. Warum?
Bestimmen Sie aus der Steigung der Geraden den Absorptionskoeffizienten μ und daraus die gesuchte Halbwertsdicke.

Organisation

- 3er-Gruppen
- Experimentierzeit im Labor: 45' pro Gruppe
- Einschreibung in Gruppen und Termine im CLAROLINE
- Mögliche Termine: Mittwoch (frühestens Mi 11.5.05), 16.15-17.00 Uhr
Donnerstag (spätestens Do 23.6.05), 09.15-10.00 Uhr