

Atom- und Kernphysik

Umweltradioaktivität

Statistik des radioaktiven Zerfalls

Untersuchung der Schwankungen bei Messung der Anzahl der Impulse

Lehrerblatt

Aufgabe

Anzahl der Impulse N bei mehrfacher Wiederholung der Messung unter gleichen Bedingungen (gleicher Abstand, gleiche Messzeit).

Versuchsziel:

Statistischen Charakter der Messung der Anzahl der Impulse nachweisen.

Aufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau

| Geräte | | | |
|--------|---|---------------|--------------------------------|
| | 1 | 559 012 | Großflächenzählrohr |
| | 1 | 559 014 | Halter für Großflächenzählrohr |
| | 1 | 575 471 | Zählgerät S |
| | 1 | 559 460 | Knopfstrahler |
| | 1 | 559 465 | Halter für Knopfstrahler |
| | 1 | 460 84 | Präzisionsmetallschiene |
| | 3 | aus 460 95ET5 | Klemmreiter |

Sicherheitshinweise

Der Knopfstrahler ist ein Freigrenzenpräparat, das in geringem Maße ionisierende Strahlung abgibt. Er ist ungefährlich und darf von Schülern in Versuchen benutzt werden. Beim Experimentieren mit radioaktivem Material ist neben weiteren länderspezifischen Auflagen, z.B. der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) in der Bundesrepublik Deutschland, insbesondere auf zügiges Arbeiten, Abschirmung und großen Abstand zu achten (siehe dazu Gebrauchsanweisung 559 460).

Durchführung

1. Versuchsaufbau gemäß Abb. 1 vorbereiten.
2. Großflächenzählrohr an das Zählgerät anschließen.
3. Messzeit von 60 s durch Betätigen der Taste „GATE“ wählen.
4. Messung durch Betätigen der Taste „START“ starten.
5. Anzahl der Impulse N in Tabelle 1 notieren.
6. Messung unter gleichen Bedingungen zehnmal wiederholen.

Messung und Beobachtung

Tabelle 1: Anzahl der Impulse bei gleichartigen Messungen

| Messung Nummer | Anzahl der Impulse |
|---|--------------------|
| | N |
| 1 | 267 |
| 2 | 286 |
| 3 | 257 |
| 4 | 297 |
| 5 | 295 |
| 6 | 297 |
| 7 | 273 |
| 8 | 322 |
| 9 | 289 |
| 10 | 305 |
| Summe Σ | 2888 |
| Mittelwert \bar{N}_4 der ersten vier Messungen | 277 |
| Mittelwert \bar{N}_7 der ersten sieben Messungen | 282 |
| Mittelwert \bar{N} der ersten zehn Messungen | 289 |
| Minimalwert N_{\min} für alle zehn Messungen | 257 |
| Maximalwert N_{\max} für alle zehn Messungen | 322 |
| Differenz $\bar{N} - N_{\min}$ | 34 |
| Differenz $N_{\max} - \bar{N}$ | 33 |
| Mitte des Intervalls $[N_{\min}; N_{\max}]$: $\frac{N_{\min} + N_{\max}}{2}$ | 289,5 |

Auswertung

7. Summe der Impulse aus allen 10 Messungen berechnen.
8. Jeweils den Mittelwert der ersten vier, sieben und aller zehn Messungen bestimmen und in die Tabelle eintragen.
9. Minimalwert N_{\min} und Maximalwert N_{\max} für alle zehn Messungen ermitteln und in die Tabelle eintragen.
10. Abstände des Minimalwerts und des Maximalwerts zum Mittelwert bestimmen und in die Tabelle eintragen.

11. Mittelwert des Intervalls [Nmin; Nmax] ermitteln und in die Tabelle eintragen.
12. Sind die gemessenen Anzahlen der Impulse bei gleichen Messbedingungen gleich?

Die Anzahl der Impulse schwankt sehr stark.

13. Welche Bedeutung hat das Ergebnis einer Einzelmessung?

Eine Einzelmessung ist ein zufälliges Ergebnis und kann stark vom Mittelwert bzw. dem wahren Wert abweichen.

14. In welchem Intervall liegen die Anzahl der gemessenen Impulse?

Die Werte liegen zwischen dem Minimalwert von 257 und dem Maximalwert von 322.

15. Wie weit weichen der kleinste und der größte Messwert vom Mittelwert ab?

Die Abweichungen betragen 33 Impulse für den Minimalwert und 34 Impulse für den Maximalwert.

16. Welche Bedeutung hat der Mittelwert?

Der Mittelwert liegt zwischen dem kleinsten und dem größten Wert und entspricht dem tatsächlichen Wert der Anzahl der Impulse.

17. Wie wirkt sich die Anzahl der Messungen auf den Mittelwert aus?

Je mehr Messungen durchgeführt werden, desto stärker nähert sich der Mittelwert dem tatsächlichen Wert an.

18. Wie viele Messungen sollten durchgeführt werden, um ein aussagekräftiges Ergebnis für den wahren Wert zu erhalten?

Bei 10 Messungen liegt der Mittelwert sehr nahe am tatsächlichen Wert.

Hinweis:

Mittelwert und wahrer Wert liegen beisammen, wenn nur zufällige und nicht systematische Fehler auftreten. Je größer die Anzahl der Messungen, desto näher liegt der Mittelwert am wahren Wert. Als Richtlinie gilt, dass 10 Messungen einen Mittelwert ergeben, der nahe am wahren Wert liegt.