

Atom- und Kernphysik

Umweltradioaktivität

Statistik des radioaktiven Zerfalls

Statistische Untersuchungen
der Strahlung des Kalium-
chlorids

Lehrerblatt

Aufgabe

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

Versuchsziel:

Statistischen Charakter der Messung der Anzahl der Impulse nachweisen.

Hinweis:

Es empfiehlt sich, die Messungen in Gruppenarbeit – eventuell auch im Rahmen von Arbeitsgruppen am Nachmittag – durchzuführen. Es können noch so mehr Werte erfasst werden. Die Ergebnisse lassen sich hervorragend im Mathematikunterricht für Stochastik verwenden. Zur Auswertung bei noch höherer Anzahl von Messungen empfiehlt sich die Verwendung eines Tabellenkalkulationsprogramms. Der Unterschied zu PS6.3.4.2 besteht hier in der deutlich kleineren Anzahl der Impulse. Interessant ist der Aspekt wie sich die Streuung der Werte bei großer und kleiner Anzahl der Impulse verhält.

Aufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau

Geräte

1	559 012	Großflächenzählrohr
1	559 014	Halter für Großflächenzählrohr
1	575 471	Zählgerät S
1	664 181	Petrischale
	686 666	Kaliumchlorid
1	460 84	Präzisionsmetallschiene
2	aus 460 95ET5	Klemmreiter

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. Nach Ablauf der Messzeit die Anzahl der Impulse N in Tabelle 1 eintragen.
6. Messung unter gleichen Bedingungen wiederholen.

Messung und Beobachtung

Tabelle. 1: Anzahl der Impulse bei einer großen Anzahl von Messungen

Messung Nummer	Anzahl der Impulse	Messung Nummer	Anzahl der Impulse	Messung Nummer	Anzahl der Impulse
	N		N		N
1	170	11	250	21	222
2	163	12	190	22	214
3	177	13	241	23	215
4	173	14	257	24	221
5	176	15	213	25	269
6	187	16	219	26	205
7	182	17	213	27	207
8	186	18	217	28	253
9	196	19	238	29	262
10	214	20	232	30	235
Summe Σ_{10}	1825	Summe Σ_{20}	4095	Summe Σ_{30}	6398
Mittelwert \bar{N}_{10}	183	Mittelwert \bar{N}_{20}	205	Mittelwert \bar{N}	213
Minimalwert $N_{10,\min}$ für 10 Messungen	163	Minimalwert $N_{20,\min}$ für 20 Messungen	163	Minimalwert N_{\min} für dreißig Messungen	163
Maximalwert $N_{10,\max}$ für 10 Messungen	214	Maximalwert $N_{20,\max}$ für 20 Messungen	257	Maximalwert N_{\max} für 30 Messungen	269
				$\bar{N} - N_{\min}$	50
				$N_{\max} - \bar{N}$	56
Schätzwert für Standardabweichung \sqrt{N}		15			
Messwerte im Intervall $[\bar{N} - \sqrt{N}; \bar{N} + \sqrt{N}]$	Intervall	Anzahl Messwerte in %	Messwerte im Intervall $[\bar{N} - 2\sqrt{N}; \bar{N} + 2\sqrt{N}]$	Intervall	Anzahl Messwerte in %
	[198; 228]	36,7		[182; 242]	66,7

Auswertung

7. Für die ersten zehn, zwanzig und alle dreißig Messungen die Mittelwerte in die Tabelle eintragen.
8. Den Minimalwert N_{\min} und den Maximalwert N_{\max} bestimmen sowie die Abstände vom Mittelwert aller Messungen bestimmen und in die Tabelle eintragen.
9. Wie ändert sich das Ergebnis für den Mittelwert?

Das Ergebnis für den Mittelwert ändert sich nur geringfügig.

10. Welches ist der größte Abstand einer Messung zum Mittelwert?

Der größte Abstand einer Einzelmessung vom Mittelwert sind 57 Impulse.

11. Wie kann das Ergebnis nach 30 Messungen mithilfe dieses Abstands formuliert werden?

(212 ± 57) Impulse

12. In der Physik ist die Wurzel aus dem Mittelwert der Schätzwert für die Standardabweichung. Wie groß ist der Schätzwert für die Standardabweichung oder Standardmessunsicherheit?

15 Impulse

13. Wie viele Messungen liegen innerhalb des Intervalls $[\bar{N} - \sqrt{\bar{N}}; \bar{N} + \sqrt{\bar{N}}]$? Wie viel Prozent der Gesamtmessungen sind dies?

11 Messungen, das sind 36,7%

14. Wie viele Messungen liegen innerhalb des Intervalls $[\bar{N} - 2\sqrt{\bar{N}}; \bar{N} + 2\sqrt{\bar{N}}]$? Wie viel Prozent der Gesamtmessungen sind dies?

20 Messungen, das sind 66,7%.

Hinweis:

Bei einer genügend großen Anzahl von Messungen liegen im Intervall $[\bar{N} - \sqrt{\bar{N}}; \bar{N} + \sqrt{\bar{N}}]$ mit der Wahrscheinlichkeit $\sigma = 68,3\%$ der Messungen.

Bei einer genügend großen Anzahl von Messungen liegen im Intervall $[\bar{N} - 2\sqrt{\bar{N}}; \bar{N} + 2\sqrt{\bar{N}}]$ mit der Wahrscheinlichkeit $\sigma = 95,6\%$ der Messungen.