Statistik radioaktiver Prozesse

Material

Apparatur zur Messung der Aktivität von Radon, Impulszähler mir Geiger-Müller-Zählrohr, radioaktive Quellen mit Halter auf Schiene (Sr-90, Cs-137, Am-241), Würfel zur Simulation.

1 - Zählenstatistik

Stelle beim Messgerät Betriebsart "Zeitvorwahl" und Vorwahl 1 Sekunde ein. Starte die Messung mit dem Knopf "Rückstellung". Wähle den Abstand Quelle-Zählrohr so, dass pro Messung durchschnittlich 20 Impulse gezählt werden (Bei Am-241 Schutzkappe abnehmen). Verändere dann den Abstand nicht mehr. Wiederhole die Messung 100 Mal und notiere dich jeweils die Zahl der Impulse. Zeichne ein Histogramm ins Protokoll.

Auswertung: Berechne mit dem Rechner den Mittelwert μ und die Standardabweichung σ und zeichne ein Histogramm. Zeichne in dasselbe Diagramm eine Gauss'sche Häufigkeitsverteilung $P(x)$ (Glockenkurve, N Anzahl Messungen, soll 100 sein. Häufigkeit = $N\cdot$ Wahrscheinlichkeit). Die Normalverteilung ist wie du vielleicht weisst eine gute Näherung für die genauere Poissonverteilung und die exakte Binomialverteilung.

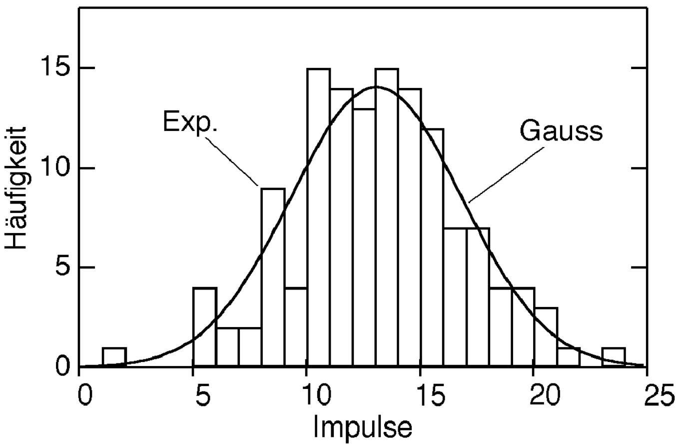

Abbildung 1: Histogramm von 132 Messungen. Die Glockenkurve

$$P(x) = \frac{N}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

hat die Parameter $\mu = 12.6$ sowie σ = 3.75 und ist auf Fläche 132 normiert (d.h $N = 132$), nicht auf 1 (=100%) wie sonst. Die Normalverteilung ist eine gute Näherung der Binomialverteilung.

2 - Simulation des Zerfallgesetzes mit Würfeln

Jeder Würfel steht für einen aktiven Kern, der im nächsten Zeitschritt (Würfeln) mit einer Wahrscheinlichkeit λ zerfällt. Ein Kern gilt als zerfallen, wenn seine Augenzahl eine Sechs ist. Zähle die Würfel (N_0). Würfele zu Beginn mit allen Würfeln zusammen. Lies alle Würfel mit Augenzahl Sechs heraus (sie stellen die zerfallenen Atomkerne dar). Notiere in einer sauberen Tabelle (drei Kolonne) die Wurfsnummer x (beginnend bei Null), die Anzahl der zerfallenen Würfel Z und die Anzahl vor dem Wurf x vorhandenen Würfel $N(x) = N_0 - Z$ (beginnend bei N_0 bei $x = 0$). Wiederhole den Vorgang mit den verbleibenden Würfeln so lange, bis noch höchstens zwei Würfel "aktiv" sind.

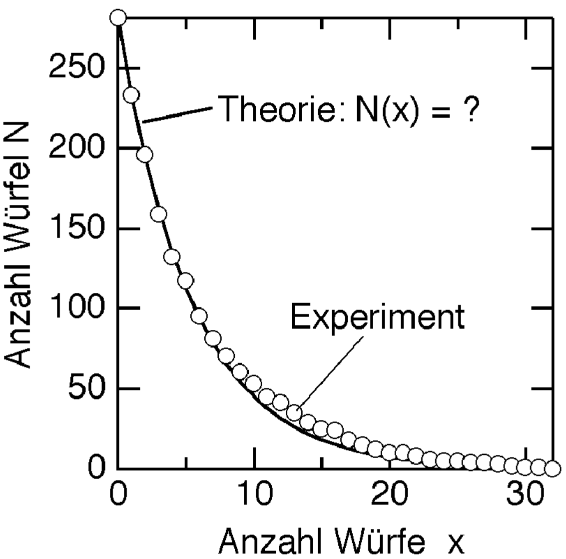

Abbildung 2: Gib die Wurfnummer (x = 0, 1, 2, ...) und die Würfelzahl ($N \hat{=} y$) als Listen in den Rechner. Stelle $N(x)$ graphisch dar. Gib eine Formel an für die Zahl der übrig gebliebenen Würfel als Funktion der Wurfnummer, wenn zu Beginn N_0 Würfel vorhanden sind. Lasse den erwarteten, theoretischen Verlauf zur Messung hinzuzeichnen. Welche "Zerfallkonstante" λ ergibt sich aus den Daten? Und welche "Halbwertzeit"? Wie oft muss man würfeln bis die Hälfte der Würfel zerfallen ist?