

Aufgabe 46 Messung der Totzeit mittels der Zwei-Quellen Methode

Sie wollen die Totzeit eines Detektors messen, und nutzen dafür die Zwei-Quellen Methode. Sie vermuten, dass Ihr Detektor eine nicht-paralysierende Totzeit besitzen muss. Seien nun n_1 und n_2 die wahren Zählraten ihrer Quellen und r_1 , r_2 und r_{12} die observierten Zählraten der jeweiligen Quelle einzeln und gemeinsam.

(a) Berechnen Sie die Totzeit τ .

nicht-paralysierend: $\frac{rT}{nT} = \frac{T - rT\tau}{T}$

$$\Leftrightarrow rT = nT - nrT\tau$$

$$\Leftrightarrow n = r + nr\tau$$

$$\text{I} \quad n_1 = r_1 + n_1 r_1 \tau$$

$$\text{II} \quad n_2 = r_2 + n_2 r_2 \tau$$

$$\text{III} \quad n_1 + n_2 = r_{12} + (n_1 + n_2) r_{12} \tau$$

$$\text{I} \Leftrightarrow n_1 (1 - r_1 \tau) = r_1$$

$$\Leftrightarrow n_1 = \frac{r_1}{1 - r_1 \tau}$$

$$\text{II} \Leftrightarrow n_2 = \frac{r_2}{1 - r_2 \tau}$$

einsetzen in III:

$$\frac{r_1}{1 - r_1 \tau} + \frac{r_2}{1 - r_2 \tau} = r_{12} + \left(\frac{r_1}{1 - r_1 \tau} + \frac{r_2}{1 - r_2 \tau} \right) r_{12} \tau \quad | \cdot (1 - r_1 \tau)(1 - r_2 \tau)$$

$$\Leftrightarrow r_1 (1 - r_2 \tau) + r_2 (1 - r_1 \tau) = r_{12} (1 - r_1 \tau)(1 - r_2 \tau) + (r_1 (1 - r_2 \tau) + r_2 (1 - r_1 \tau)) r_{12} \tau$$

$$\Leftrightarrow r_1 (1 - r_2 \tau) + r_2 (1 - r_1 \tau) + r_{12} (r_1 \tau - 1)(1 - r_2 \tau) + r_1 (r_2 \tau - 1) r_{12} \tau + r_2 (r_1 \tau - 1) r_{12} \tau = 0$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow & \tau^2 (r_{12} r_1 (-r_2) + r_1 r_2 r_{12} + r_2 r_1 r_{12}) \\ & + \tau (r_1 (-r_2) + r_2 (-r_1) + r_{12} r_1 + r_{12} (-1)(-r_2) + r_1 (-1) r_{12} + r_2 (-1) r_{12}) \\ & + (r_1 + r_2 + r_{12} (-1)(1)) = 0 \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow \tau^2 (r_1 r_2 r_{12}) + \tau (-2 r_1 r_2) + (r_1 + r_2 - r_{12}) = 0$$

$$\Leftrightarrow \tau^2 + \tau \left(\frac{-2}{r_{12}} \right) + \frac{r_1 + r_2 - r_{12}}{r_1 r_2 r_{12}} = 0$$

$$\Rightarrow \kappa_{\pm} = \frac{1}{r_{12}} \pm \sqrt{\frac{1}{r_{12}^2} - \frac{r_1 + r_2 - r_{12}}{r_1 r_2 r_{12}}}$$

$$\kappa_- < 0 \Rightarrow \text{nur } \kappa_+ \text{ sinnvoll}$$

$$\kappa_+ = \frac{1}{r_{12}} + \frac{1}{r_{12}} \sqrt{1 - \frac{(r_1 + r_2 - r_{12}) r_{12}}{r_1 r_2}}$$

(b) Skizzieren Sie stichpunktartig, ob und welche Probleme bei dieser Methode auftreten können.
Hinweis: Denken Sie hierbei sowohl praktisch als auch an ihre SMD-A Vorlesung.

- nicht immer kann man 2 Quellen separat betrachten
- die Zählrate darf nicht zu gering sein, sodass die Totzeit keine Rolle spielt
- wenn es einen nicht zu vernachlässigenden Untergrund gibt, kann es zu Ungenauigkeiten kommen, da dann $n_{12} \neq n_1 + n_2$

Aufgabe 47 Kurzfragen**0 P.**

Diese Aufgabe besteht aus Kontrollfragen, die bei der Prüfungsvorbereitung helfen sollen. Sie ergänzt die bereits veröffentlichten Kontrollfragen. Beantwortet werden sollen die Fragen mit dem Inhalt der Vorlesung und dem Inhalt der Aufgabe zu Akzeptanz, Gewichteten Simulationen und Systematiken.

- **Nennen Sie die zwei Arten von Totzeit und erklären Sie die Unterschiede:**
 - Totzeit: nach einem gemessenen Ereignis kann für eine bestimmte Zeit kein weiteres Ereignis gemessen werden
 - nicht-paralysierend: die Totzeit wird nicht zurückgesetzt bei einem Ereignis während der Totzeit
 - paralysierend: bei jedem Ereignis wird die Totzeit zurückgesetzt
- **Beschreiben Sie, was eine Akzeptanzkorrektur ist und wie diese durchgeführt wird:**
 - $f_{\text{korr}} = f_{\text{gemessen}}/P$ wobei f die Verteilung ist und P die Akzeptanz
 - z.B. wird pro Energie ein anderer Bruchteil der eintreffenden Ereignisse auch gemessen (akzeptiert) die entsprechende Akzeptanz wird mit Simulationen bestimmt dann werden die gemessenen Ereignisse mit der Akzeptanz korrigiert, sodass die Verteilung näher an der Tatsächlichen Verteilung liegt
- **Nennen Sie Gründe, aus denen eine Ungewichtung von Simulationen sinnvoll ist:**
 - Ungewichtung: "falsche" Simulation -> multipliziere jedes Ereignis (Anzahl) der simulierten Verteilung mit einem Gewicht so dass die Verteilung der richtigen Verteilung entspricht
 - Es ist sinnvoll wenn die Simulation andere Parameter hat als die Messung und eine neue Simulation nicht sinnvoll ist.
- **Nennen Sie Voraussetzungen an die Simulationen, die für eine Ungewichtung notwendig sind:**
 - Die Statistik muss in allen ungewichteten Bins genügend hoch sein.
 - z.B. wird in der Simulation bei sehr niedrigen Energien nur wenige Ereignisse rekonstruiert, diese Bins sollten nicht durch Ungewichtung angepasst werden
 - Die simulierte Verteilung sollte nah genug an der gewünschten Verteilung sein
- **Nennen Sie Probleme, die aufgrund einer Ungewichtung von Simulationen auftreten können:**
 - Aussagen über einzelne Ereignisse sind nicht mehr wirklich möglich
- **Erklären Sie den Unterschied zwischen statistischen und systematischen Unsicherheiten:**
 - statistische Unsicherheit: durch zufällige Prozesse, die nicht zu verhindern sind
 - systematische Unsicherheit: durch Fehler im Messprozess oder in der Theorie, wo der wahre Wert in eine Richtung verschoben wird z.B. durch menschliche Fehler
 - durch längere Messzeiten werden statistische Unsicherheiten kleiner, aber systematische Unsicherheiten werden nicht kleiner
- **Nennen Sie die drei Kategorien systematischer Unsicherheiten und wie mit diesen umgegangen wird:**
 - Unsicherheiten aus begleitenden Messungen (z.B. Unsicherheit in Widerstand)
 - nutze Ensemble von Versuchen -> statistischer Fehler
 - Unsicherheiten aus Annahmen an Daten oder Modelle (falsche Annahmen während der Analyse der Daten)
 - Annahmen variieren und verschiedene Annahmen testen
 - Unsicherheiten aus der Theorie (im Modell gibt es intrinsische Unsicherheiten)
 - nur bayesianische Interpretation möglich
 - die Annahme kann nicht überprüft werden
- **Erklären Sie, wie Sie mit Störparametern in Likelihoods umgehen:**
 - versuche Likelihood zu finden, in der keine Störparameter mehr sind
 - Profile Likelihood: Drücke Störparameter durch zu schätzende Parameter aus (schätze Störparameter durch Maximierung der Likelihood)
 - Integrated Likelihood: Prior für Störparameter finden und dann Likelihood über den Störparameter mitteln