

ÜBUNGEN
zur Vorlesung „Instrumente der modernen Physik“
TU Dortmund Sommersemester 2019

– **BLATT 3** –

Daniel Krieg (daniel.krieg @ tu-dortmund.de)
Carsten Mai (carsten.mai @ tu-dortmund.de)
Vorbesprechung am Mi 24.04.2019, Abgabe am Mo 29.04.2019.

Maximal drei Teilnehmer/innen können eine gemeinsame Lösung einsenden. Die Lösungen zu Programmieraufgaben bitte als kommentiertes Python-Skript (.py), zu Verständnis- und Rechenaufgaben als PDF-Dokument (z.B. LaTeX, Word, gescannt) per Email an die zwei Übungsleiter einsenden. Bitte alle Namen im Betreff der Email, dem PDF und dem Python-Skript aufführen. Betreff der Email: „[Instrumente19 Übung] Abgabe Blatt 3, <Namen>“*

Aufgabe 1: Kurzfragen (2 Punkte)

- a) Angenommen, Ihr Experiment besteht aus zwei Detektoren, die jeweils eine Teilchenenergie messen. Die Messdaten könnten (i) als zwei getrennte Histogramme, (ii) als ein zweidimensionales Histogramm oder (iii) als zwei Zahlen pro "Ereignis" (eintreffende Teilchen) gespeichert werden. Was sind die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methode?
- b) Hätte man bei einem Koinzidenzexperiment an einem Teilchenbeschleuniger lieber einen kontinuierlichen oder einen gepulsten Strahl?

Aufgabe 2: Koaxialkabel (3 Punkte)

Für ein Koaxialkabel vom Typ RG-58 findet man folgende Angaben im Internet:
Innenleiter-Durchmesser 0,9 mm; Außenleiter-Durchmesser 5,0 mm; Dielektrikum Polyethylen mit Dielektrizitätszahl 2,4; DC-Widerstand des Innenleiters 36 Ω/km; DC-Widerstand des Außenleiters 17 Ω/km (DC bedeutet *direct current* oder Gleichstrom).

- a) Wie groß sind die Induktivität und die Kapazität pro Meter Kabellänge?
- b) Wie groß ist die Impedanz?
- c) Wie groß ist der Widerstand pro km bei 1 MHz und bei 1 GHz aufgrund des Skin-Effekts, der besagt, dass die elektrische Leitung von Wechselstrom auf eine Eindringtiefe von $\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu_0\mu_r\omega}}$ begrenzt ist? Hier ist ρ der spezifische Widerstand des Leiters, μ_0 die magnetische Feldkonstante (Permeabilität), $\mu_r \approx 1$ und ω die Kreisfrequenz.

(bitte wenden)

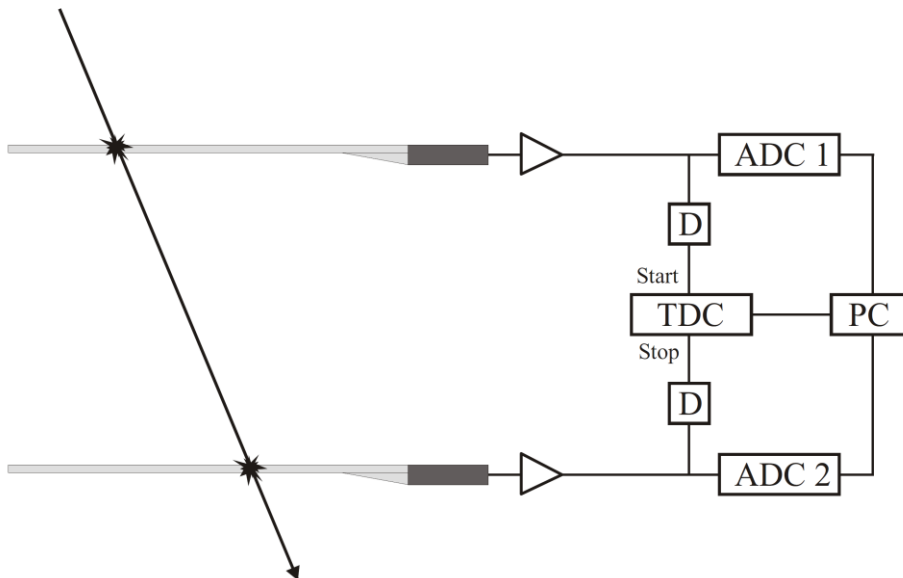
Aufgabe 3: Myonenzähler (5 Punkte)

Mit dem unten dargestellten Experiment werden Myonen nachgewiesen, die von oben durch zwei Detektoren fliegen. Wenn die Signale über den Schwellenwerten liegen, die von den sog. Diskriminatoren (D) vorgegeben sind, wird die Zeitdifferenz zwischen den Signalen digitalisiert (TDC, *time-to-digital converter*). Auch die Pulshöhen (ADC1 und ADC2, *analog-to-digital converter*) werden auf dem PC gespeichert. Auf der Webseite der Vorlesung finden Sie Daten der Form

TDC(1), ADC1(1), ADC2(1), TDC(2), ADC1(2), ADC2(2), TDC(3), ADC1(3), ADC2(3) ...

in der ASCII-Datei „experiment1.txt“. Die TDC- und ADC-Daten sind Zahlen von 0 bis 1023, wobei ein Bit 20 ps Zeitdifferenz bzw. 5 mV Pulshöhe entspricht.

- Lesen Sie die Daten ein. Wie viele Ereignisse wurden aufgenommen? Erstellen Sie Histogramme der TDC- und ADC-Daten mit der Funktion `numpy.histogram(y, b)`. Hierbei sind `y` die Daten und der Vektor `b` gibt die $n+1$ Grenzen für n Intervalle an.
- Erstellen Sie für beide Detektoren Histogramme als Pulshöhenspektren für (i) zufällige Koinzidenzen und (ii) echte Koinzidenzen mit zufälligem Untergrund. Wählen Sie hierzu geeignete Intervalle im TDC-Histogramm aus a) aus. Wie groß ist der zufällige Untergrund (in Prozent). Ziehen Sie (i) von (ii) ab, um Spektren der echten Koinzidenzen zu erhalten.
- Lesen Sie aus den Histogrammen folgende Informationen ab: Wie groß ist die zeitliche Verzögerung zwischen den Signalen der beiden Detektoren im Durchschnitt und wie groß ist die Zeitauflösung (Halbwertsbreite)? Wie groß sind die echten Signale im Durchschnitt und wie breit ihre Verteilung (Halbwertsbreite) bei beiden Detektoren. Wie unterscheiden sich die Verstärkungsfaktoren und Diskriminatorschwellen, wenn die unverstärkten Signale in beiden Detektoren gleich groß sind?



Tipp: Senden Sie Ihren Übungsassistenten neben Ihrem Python-Code auch Ergebnisse in Form aussagefähiger Bilder in einem gängigen Format (png, jpg oder pdf).