# Practicum bij “NLT kosmische straling H2”: muonflux

Benodigdheden:

Excel document “practicum 2 muonflux.xlsx”

Inleiding

Als een deeltje van de primaire kosmische straling onze atmosfeer binnendringt ontstaat uit botsingen met moleculen van de lucht een deeltjeslawine van secundaire kosmische straling. Het merendeel van deze deeltjes bereikt het aardoppervlak niet. Van alle deeltjes die dat wel doen zijn het voornamelijk muonen die we als singles in een HiSPARC detector meten, als we kiezen voor de *singlerate boven de hoge drempel*. In deze proef ga je meten hoeveel muonen per tijdseenheid de detector bereiken. Daarnaast ga je onderzoeken of er een verschil is tussen deze meting rond middernacht en rond het middaguur.

Dataset

In het Excel document is de zogenaamde *singlerate* (het aantal pulsen ‘singles’ per seconde) weergegeven. Het betreft de *singlerate* boven de hoge drempel. Deze pulsen worden voornamelijk veroorzaakt door muonen.

De data is afkomstig van HiSPARC station 512 detector 0.

De eerste kolom is de singlerate van 1 december 2019 van 0:00 tot 0:20 UTC.

De tweede kolom is de singlerate van 1 december 2019 van 12:00 tot 12:20 UTC.

[Klik hier voor een overzicht van de data van station 512 op 1 december 2019.](https://data.hisparc.nl/show/stations/512/2019/12/1/)

Data verzamelen

Eerst bepaal je de hoeveelheid muonen die de detector in 30 seconden opvangt. Vanwege de nauwkeurigheid herhalen we de bepaling 16x voor openvolgende intervallen van 30 seconden.

1. Tel het aantal muonen in de eerste 30 seconden van meetserie 1 (middernacht). Bereken ook het aantal muonen per seconde. *Maak een kolom voor het aantal muonen per 30 seconde en een kolom voor het aantal muonen per seconde*.
2. Voer deze berekening 16x uit. Maak 16 rijen voor 16 intervallen van telkens 30 seconde.
3. Tel ook het aantal muonen per 30 seconde van meetserie 2 (middag). Maak weer 16 rijen met 16 intervallen.
4. Maak een grafiek van het aantal muonen per seconde per interval. Zet meetserie 1 en 2 in dezelfde grafiek.

Verwerking

1. Bereken het gemiddelde aantal muonen dat de detector in 30 seconden opvangt voor zowel meetserie 1 als 2. Bereken ook de variantie *V* en de spreiding *σ* voor beide series.
2. Ga na in hoeverre deze spreidingen overeenkomen met de spreiding die je verwacht voor een Poissonverdeling, welke wordt gegeven door de wortel uit de verwachtingswaarde ($\sqrt{μ}$).
3. Maak voor beide meetseries een nieuwe tabel waarin telkens 4 opeenvolgende metingen zijn samengevoegd. Je krijgt dan metingen per 2 minuten i.p.v. 30 seconden.
4. Bereken, voor beide meetseries, in de nieuwe tabel het gemiddelde aantal muonen dat de detector in 2 minuten opvangt. Bereken ook weer de variantie *V* en de spreiding *σ*. Komt de spreiding overeen met de spreiding die je van een Poissonverdeling verwacht?
5. Bereken tenslotte welke spreiding je verwacht als je metingen zou uitvoeren van telkens 8 minuten i.p.v. 30 seconden.
6. Bereken nu het aantal muonen dat de detector gemiddeld per seconde opvangt voor zowel meetserie 1 (middernacht) als meetserie 2 (middag). Geef ook de onzekerheid aan in de verwachtingswaarde:

$$μ\_{middernacht}= ... \pm ... Hz en μ\_{middag}= ... \pm ... Hz$$

Conclusie

1. Trek een conclusie.

Vragen

Het meten van een muonflux is het meten van een stochastisch proces. Het resultaat is dat je een verwachtingswaarde hebt bepaald met een bijbehorende statistische onzekerheid. Dit is niet de enige onzekerheid op je meting. Er zijn ook systematische onzekerheden.

1. Noem twee mogelijk systematische onzekerheden gedurende het meetproces.

We hebben de muonflux in de middag en middernacht vergeleken. De meest voor de hand liggende oorzaak van het verschil is de temperatuur van de detector door zonnestraling.

1. Formuleer een onderzoek waarmee je kunt bepalen of zonnestraling één van de oorzaken is van het verschil.