



## 1 Inleiding

De pulshoogte en de pulsintegraal (het pulsoppervlak) histogrammen zijn voor iedere dag op te vragen op: <https://data.hisparc.nl> door op de stationsnaam te klikken. Rechtsboven beide histogrammen is een link waarmee de gegevens in een spreadsheet, zoals Excel, te laden zijn. Deze gegevens kunnen ook worden gebruikt voor eigen practica. De top in de grafiek is een maat voor de spanning die wordt afgegeven als een enkel deeltje door de detector gaat. Het aantal deeltjes dat de detector treft is te bepalen door de gemeten waarde te delen door de topwaarde. Binnen een foutenmarge is dus uit te rekenen hoeveel kosmische deeltjes er door je schieten als je ligt te zonnebaden, hardlopen, etc. Globaal komen de deeltjes op het oppervlak met een zenithhoek tussen  $0^\circ$  en  $45^\circ$ .

## 2 De pulsform

### 2.1 Pulsen ophalen uit de HiSPARC data opslag

De afbeeldingen in deze module zijn afkomstig van jsparc. Dit is een interactieve practicumomgeving waarmee de energie van een kosmisch deeltje dat de atmosfeer binnendringt kan worden bepaald. Op <https://docs.hisparc.nl/jsparc/> wordt beschreven hoe dit practicum werkt.

### 2.2 Eenvoudige pulsformen

**Opdracht 1:** De groene grafiek van detector 3 in figuur ?? heeft een minder vloeiend verloop. Stel een hypothese op waarmee dit minder vloeiende verloop kan worden verklaard.

In de groene grafiek zijn een aantal treden te zien. Deze zijn bijvoorbeeld te verklaren als elk trede door een deeltje wordt veroorzaakt. De tredes zijn ook te verklaren met lichtstralen die via verschillende wegen op de detector vallen. Het licht heeft ongeveer 3 ns nodig om in vacuum 1 m af te leggen. Kunnen de tredes nu verklaard worden? (Breukindex?)

**Opdracht 2:** Geef een verklaring voor het verloop van de grafiek van detector 1 in figuur 2.3.

In de zwarte grafiek zijn drie bobbel te herkennen: rond de 35 ns, de 95 ns en de 210 ns. Elke bobbel duidt op fluorescentie veroorzaakt door 1 of meer deeltjes. (Dit kan ook op verval binnen de detector wijzen! De levensduur van muonen is 2,2  $\mu$ s, dus?)

**Opdracht 3:** Bereken de afstand tussen de waargenomen deeltjes in de grafiek van detector 1 in figuur 2.3.

$$s = c * t \Rightarrow s = 3.0 * 10^8 * (95 - 35) * 10^{-9} = 18\text{m}$$

$$s = c * t \Rightarrow s = 3.0 * 10^8 * (210 - 95) * 10^{-9} = 35\text{m} \text{ (Eigenlijk 1 significant getal meer.)}$$

## 2.3 Ingewikkelde pulsvormen

**Opdracht 4:** Leg met de pulsintegraal (het pulsoppervlak) uit waarom er waarschijnlijk evenveel deeltjes door detector 1 als door detector 2 zijn gegaan.

De puls van detector 2 kan ontstaan als twee deeltjes vlak na elkaar komen. Als deze deeltjes tegelijk komen ontstaat puls 1.

**Opdracht 5:** Verklaar waarom er binnen een station soms detectoren zijn die een aantal deeltjes meten, terwijl andere detectoren (bijna) niets meten.

Er worden slechts enkele deeltjes gemeten. Soms zullen er meer deeltjes dan het gemiddelde worden gemeten. Soms minder. Het aantal deeltjes dat gemeten wordt, is verdeeld volgens de Poisson distributie.