



|          |           |
|----------|-----------|
| leerjaar | niveau    |
| 5/6 VWO  | beginnend |

## 1 lesmateriaal

Dit recept voor werken met HiSPARC gaat in op het onderhoud van een HiSPARC station. Leerlingen krijgen eerst een introductie over kosmische straling en gaan dan aan de slag met het analyseren van een HiSPARC station en uiteindelijk stellen de leerlingen het station optimaal in.

**Alles wat nodig is voor deze lessenserie vindt u hier:** [http://docs.hisparc.nl/zips/onderhoud\\_station.zip](http://docs.hisparc.nl/zips/onderhoud_station.zip)

*Opmerking:* leerlingen hebben bij deze lessenserie baat bij kennis van elektrische velden, versnelling, energie van fotonen, radioactief verval, deeltjesfysica en de Lorentzfactor ( $\gamma$ ):

$$E = h \cdot f \quad (1.1)$$

$$q \cdot U_{AK} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (1.2)$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (1.3)$$

| lesnummer | lesdocument  | bron                 |
|-----------|--|----------------------|
| 1         | Terminologie, Cosmic air showers, Werkblad: cosmic air showers, kosmische straling | Infopakket           |
| 2         | Uitleg HiSPARC en Controle station, Werkblad: detecteren                           | Infopakket, RouteNet |
| 3         | Inregelen PMT's, Werkblad : Fotomultiplier, Opdracht: instellen PMT's van station  | Infopakket, RouteNet |

## 2 Les 1

Introductie van kosmische straling. In deze les starten we met achtergrond materiaal en een werkblad. Tijdens deze les kunnen leerlingen ook een station bezoeken als dat op school staat. Belangrijk is dat er een introductie op kosmische straling gegeven wordt en dat de terminologie duidelijk wordt gemaakt. Behandel in ieder geval:

- Wat is kosmische straling?
- Hoe ontstaat een deeltjeslawine?
- Hoe worden deze deeltjes in de lawine op aarde gedetecteerd?

**Opmerking:** Van de HiSPARC site ([www.hisparc.nl](http://www.hisparc.nl)) kunnen diverse bestaande powerpoint-presentaties gedownload worden. Deze presentaties mogen naar believen aangepast worden, om door leerlingen en docenten in de klas te gebruiken.

## 3 Les 2

In deze les gaan we naar de meetstations van HiSPARC kijken en met name naar de afstelling van de detectoren en het onderhoud van een station. We beginnen met achtergrondinformatie over de detectoren. In deze les is het belangrijk dat in ieder geval pulshoogte-histogram uitgelegd wordt en hoe dit histogram gemaakt wordt.

In deze les behandelen we zaken als:

- Hoe meten de detectoren de deeltjes in de lawine?
- Wat is het pulshoogte-histogram?
- Hoe kunnen we foutmeldingen opsporen en oplossingen vinden?

In het document 'controle station' wordt uitgelegd hoe leerlingen zelf problemen met stations kunnen constateren en oplossen. Vooral meetproblemen, die te zien zijn in een pulshoogte diagram, zie figuur 3.1 van document 'controle station' is een probleem dat leerlingen zelf kunnen oplossen, dit leren ze ook in les 3.

## 4 Les 3

In deze les kijken we naar de DAQ software van het meetstation en gaan de leerlingen zelf aan de slag met het instellen van de fotomultipliers (PMT's) van het station. De leerlingen krijgen wat (meer) uitleg over de fotomultiplier en stellen via de HiSPARC DAQ de juiste spanning in voor fotomultiplier.

In deze les behandelen we zaken als:

- Hoe werkt een fotomultiplierbuis?
- Hoe kunnen we de spanning op de stations zo instellen dat er een goed pulshoogte diagram ontstaat?

In het document *inregelen PMTs*, wordt een uitleg gegeven van de werking van de fotomultiplier buis. In het document *inregelen PMTs* wordt naast de werking van de fotomultiplier ook de instelling van de HiSPARC DAQ uitgelegd. Leerlingen kunnen dit gebruiken om de instellingen van de PMT's van de detectoren van het HiSPARC station aan te passen en te verbeteren. De opdracht aan leerlingen is om het station perfect in te stellen. D.w.z. dat de pieken van het pulshoogte- en pulsintegraalhistogram over elkaar liggen na instelling.

**Korte handleiding van de opdracht: Instellen van het station** Hieronder staat een lijst van de handelingen. Het verdient sterke aanbeveling om het hele document 'inregelen PMT's' te lezen!

- Zorg dat de DAQ mode stopt. (dit betekent dat er geen data meer wordt verzonden.)



**Figuur 6.1** – In dit tab menu kan de spanning op de fotobuis worden ingesteld. Je kunt de slider verslepen of een spanning invoeren in het vakje.

- Zorg dat je de adc alignment het gedaan, voor HiSPARC III DAQ wordt de common offset 10
- Stel de spanning van de PMT in (vanaf 300 V beginnen!) Zie Figuur 6.1.
- Test de spanning in het menu "statistics (trace&trigger)", klik 'start counting'.)
- De PMT is goed ingesteld op het moment, dat de 'average per second (HIGH)' op ongeveer 120 komt en (LOW) rond de 250 uitkomt. Zie Figuur 6.2.
- Pas de PMT spanning in kleine stapjes aan om deze waarden te verkrijgen. Klik na elke aanpassing op 'save settings'
- Herhaal de meting tot dat de instellingen de juiste 'average per second' hebben bereikt.
- De PMT zou nu juist ingesteld moeten zijn.

## 5 Verdieping

| leerdoelen                    | beschrijving bron            | bron       |
|-------------------------------|------------------------------|------------|
| Datареconstructie met HiSPARC | Lesmateriaal: Uitleg HiSPARC | Infopakket |
| Werking detector              | Werkblad: Detector           | RouteNet   |

## 6 bronnen

Materiaal voor deze lessen en verdieping is te vinden op de volgende websites: **Infopakket** : <http://www.hisparc.nl/docent-student/lesmateriaal/informatie-pakket>

**RouteNet** : <http://www.hisparc.nl/docent-student/lesmateriaal/routenetpad/>

**HiSPARC III DAQ v1.0**

APPLY SETTINGS

STOP PROGRAM

SAVE SETTINGS

Write to local DBase?

DAQ MODE

RESET

Instantaneous (Hz)

Running average (Hz)

Counts

Master Device

Trigger rate

Slave Device

Singles

|                  | Last second | Total | Average per second |
|------------------|-------------|-------|--------------------|
| Channel 1 - low  | 351         | 8478  | 403.71             |
| Channel 1 - high | 90          | 2355  | 112.14             |
| Channel 2 - low  | 263         | 7014  | 334                |
| Channel 2 - high | 91          | 2252  | 107.24             |

Baselines (ADC counts)

# errors in baseline

MAS - Ch 1 SLV - Ch 1

MAS - Ch 1 SLV - Ch 1

-96

-98

0

0

MAS - Ch 2 SLV - Ch 2

MAS - Ch 2 SLV - Ch 2

-94

-96

0

0

Time (s)

Time to count (s)

21

60

START COUNTING

Singles

|                  | Last second | Total | Average per second |
|------------------|-------------|-------|--------------------|
| Channel 1 - low  | 395         | 9209  | 438.52             |
| Channel 1 - high | 102         | 2441  | 116.24             |
| Channel 2 - low  | 423         | 9172  | 436.76             |
| Channel 2 - high | 108         | 2539  | 120.9              |

**Figuur 6.2** – In dit tab menu kun je op start counting drukken. De detectoren gaan dan meten. De waarden zouden voor de 3e kolom ‘average per second’ bij ‘High’ 120 moeten zijn en bij ‘low’ ongeveer 250. Dit figuur heeft dus alleen voor detector 4 nu een goede waarde van 120. Daarom moet je de count ook de volledige 60 s laten lopen.