



1 Inleiding

Dit recept 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. Er is achtergrond materiaal beschikbaar op <http://www.hisparc.nl/docent-student/lesmateriaal/informatie-pakket/> en op <http://www.hisparc.nl/docent-student/lesmateriaal/routenetpad/> respectievelijk het *infopakket* en *routenet*.

De lessenserie van 3 lessen is als volgt opgebouwd:

Les 1 Introductie over kosmische straling, bijhorende terminologie en metingen van HiSPARC. Bij les 1 hoort een werkblad.

Les 2 Les over hoe de stations meten, hoe deze meten en wat er af te lezen valt van histogrammen op: <http://data.hisparc.nl>. Bij les 2 hoort een werkblad.

Les 3 Onderhoud en instellen station In deze les leren de leerlingen iets over de instelling van het HiSPARC station. Zij gaan de fotomultipliers van de detectoren instellen en de resultaten van hun instellingen bekijken. Bij les 3 hoort een opgaveblad.

Opmerking: leerlingen hebben bij deze lessenserie baat bij kennis van elektrische velden, versnelling, energie van fotonen, radioactief verval, deeltjesfysica en de lorentzfactor (γ):

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

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

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

2 Les 1

Als docent kunt u een aantal invalshoeken kiezen om de introductie van kosmische straling aan te bieden. 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?

Achtergrondmateriaal Uit het infopakket, onder de kop Algemeen: *Terminologie*, *Cosmic air showers* en/of *Uitleg HiSPARC*.

Werkblad Het werkblad ‘Cosmic air showers’ kan uitgedeeld worden aan leerlingen. Deze is te vinden in het infopakket. *Werkblad-2*. Kies het werkblad ‘kosmische straling’. De opgaven van dit stencil kunnen door de leerlingen zelfstandig gemaakt worden.

Opmerking: Van de HiSPARC site (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?

Achtergrondmateriaal Uit het infopakket: *Inregelen PMT's*, *Controle station* en *Uitleg HiSPARC*. In het document ‘controle station’ wordt uitgelegd hoe leerlingen zelf problemen met stations kunnen constateren en oplossen. Vooral een pulshoogte diagram, die er uit ziet als in figuur 3.1 in dit document is een probleem wat leerlingen zelf kunnen oplossen.

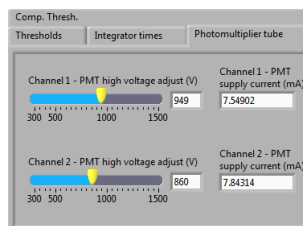
Werkblad Kies van Routenet: *Detecteren* en *Detector*: De opgaven van deze bladen kunnen in de les gemaakt worden.

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?



Figuur 4.1 – In dit tab menu kan de spanning op de fotobuis worden ingesteld. Je kunt de slider verslepen of een spanning invoeren in het vakje.

Achtergrondmateriaal In infopakket staat het document *inregelen PMTs*, waarin een uitleg wordt 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 detectors van het HiSPARC station.

Korte handleiding 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.)
- 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 4.1.
- 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 4.2.
- 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 is nu juist ingesteld.

Werkblad Leerlingen kunnen als opdracht een opgave over een fotomultiplier maken.

HISPARCIII DAQ v1.0

APPLY SETTINGS STOP PROGRAM SAVE SETTINGS

Write to local DBase? DAQ MODE RESET

Instantaneous (Hz) Running average (Hz) Counts

Trigger rate 0.91 0.6 13

Master 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

Slave Device

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 4.2 – 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.