

Het HiSparc Project

Door: Otto Stoelinga, Henry van Bergen, Lex van Deursen

\\ Detectie van kosmische stralen door 5- en 6-vwo scholieren.



De faculteit E doet sinds 2006 mee aan het HiSparc project, dat opgezet is door het Nationaal Instituut voor subatomaire fysica (NIKHEF) in Amsterdam.

Kosmische straling¹ bestaat uit losse atoomkernen, protonen, fotonen en neutrino's, die zoals de naam al zegt in de kosmos hun energie krijgen. Alle deeltjes reizen met vrijwel de lichtsnelheid, sommige deeltjes hebben zelfs een kinetische energie van ca. 1020eV, ofwel enkele Joules! De vraag is met welke processen versnelling tot zulke energieën mogelijk is en waar dat dan gebeurt. Na bijna 100 jaar onderzoek aan kosmisch straling is dit echter nog altijd een onopgelost probleem. Botsingen met fotonen uit de alom aanwezige achtergrondstraling van 2,7K remmen de deeltjes af, ze kunnen dus niet al te diep in de kosmos ontstaan. Maar in onze 'buurt' kennen

we nog geen voldoende krachtige bronnen. Die enorme energieën zijn zelfs niet te halen met de meest krachtige versnellers (LHC CERN², 7 1012 eV) op aarde, vandaar dat deze vraag dus ook grote interesse vanuit hoge-energie fysisch onderzoek opwekt.

De kosmische deeltjes treffen de atmosfeer op een hoogte van ongeveer 40 km. Bij een botsing met bijvoorbeeld een zuurstof- of stikstofmolecuul ontstaat een lawine ('shower') van secundaire subatomaire deeltjes. Een groot deel daarvan vervalt weer tot muonen, die met vrijwel de lichtsnelheid het aardoppervlak bereiken en in de detectoren terecht komen. Van een shower bereikt maar een klein aantal deeltjes het aardoppervlak, de grootste dichtheid van muonen vindt men op 11 km hoogte. Bij voorkeur geven we de detectoren dus een groot oppervlak en moeten we langdurig

meten. Een extreem voorbeeld is het Auger project in de pampa van Argentinië, waar detectoren over 3000 km² verspreid staan.

HiSparc³ mikt op een bescheidener schaal: een stad, waar VWO scholen worden ingeschakeld om voldoende detectoren te krijgen. Dat is tevens de link met TU/e: scholen uit de regio die meedoen kregen afgelopen jaar een subsidie via het Studenten Service Centrum onder de noemer 'Sprint'. Groepen van vier tot zes enthousiaste leerlingen bouwden onder begeleiding een detector voor hun school op de faculteit E, in het kader van hun profielwerkstuk of de voorbereiding daarop. Tot nu toe hebben negen scholen deelgenomen. We hopen dat het door het project opgewekte enthousiasme blijft en de scholieren een bèta-studie komen volgen en dan bij voorkeur natuurlijk elektrotechniek. ►

1 www.cosmicrays.nl/home.php

2 www.cern.ch

3 www.hisparc.nl

TECHNIEK

Het actieve deel van een detector is een scintillator van 0,5 m² plastic. Dat materiaal genereert fotonen met de golflengte van blauw licht wanneer er een geladen deeltje (muon) doorheen gaat en een klein deel van zijn energie afgeeft. Het licht wordt verzameld en naar een fotomultiplicator geleid. De lichtpulsen worden door de fotomultiplicator omgezet in elektrische signalen. Deze pulsen hebben een stijgtijd van enkele nanoseconden en worden met behulp van een snelle AD-omzetter in een PC opgeslagen. De opstelling bestaat uit twee scintillatoren die enkele meters van elkaar af staan, in een tweetal skiboxen op het dak van de betreffende lokatie (In het geval van dit project dus de deelnemende scholen). Voor het experiment zijn we alleen geïnteresseerd in de signalen die uit één lawine komen en van hetzelfde inkomende kosmische deeltje afkomstig zijn. Omdat de signalen beide van de zelfde bron komen, zijn deze binnen enkele nanoseconden tegelijk op beide scintillatoren te zien. Met een GPS ontvanger wordt de tijd geklokt en uit vergelijking van de tijden van de detectorenparen bij de verschillende scholen kan men via driehoeksbeoordeling de invalrichting van de oorspronkelijke kosmische straling bepalen. We proberen zoveel mogelijk clusters op te zetten van minimaal drie scholen.

Met behulp van de deeltjesdichtheid en hoek van inval kan uiteindelijk de energie van het kosmische deeltje bepaald worden die de muonenlawine veroorzaakt heeft.

Vwo scholieren vinden het heel spannend om van dit onderwerp een profielwerkstuk voor hun eindexamen te maken. De scintillator en lichtgeleider worden als component geleverd en leerlingen moeten die in elkaar zetten. De elektronica wordt als kastje aangeleverd, moderne SMD componenten lenen zich slecht voor zelfbouw. Toch is het zelfs met bijbehorende software nog een hele toer om alles goed aan de praat te krijgen. Op de daken van de scholen komen de meetopstellingen te staan die door scholieren gebouwd zijn en die via het internet verbonden zijn met een centrale computer bij de faculteit E om zo een lokaal netwerk te vormen.

Ook in de regio's Leiden, Utrecht, Nijmegen en Groningen zijn HiSPARC detectoren verbonden met een lokaal netwerk. Het project wordt gecoördineerd vanuit het NIKHEF te Amsterdam. ■



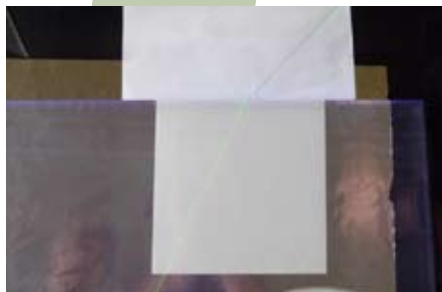
1. Het werk kan beginnen. Alleen de beste leerlingen (die wel een paar lessen kunnen missen) melden zich aan voor dit project.



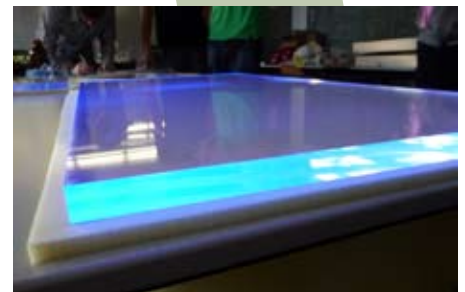
2. Als de scintillator platen zijn uitgekapt worden ze op een schone ondergrond gereinigd.



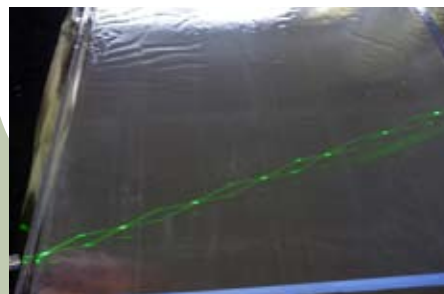
6. Wanneer de scintillatoren, lichtgeleiders en koppelstukjes voor de fotobuizen gepolijst en schoongemaakt zijn, wordt de optische lijm aangemaakt.



3. Er wordt een discussie gevoerd over de werking van de scintillator, de snelheid van fotonen in en buiten het materiaal, de golfsnelheid van het licht, wanneer er totale reflectie optreedt etc.



5. De scintillator transformeert ultraviolet licht in een geheimzinnig blauw schijnsel.



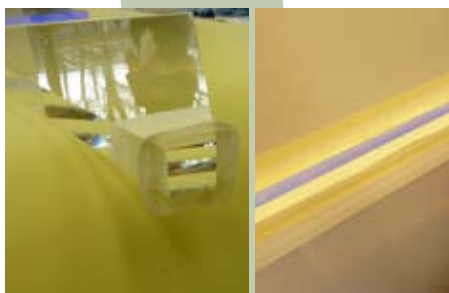
4. Na een aantal experimenten wordt tenslotte met een laserstraal de brekingsindex gemeten. Aan de oppervlakken vindt bijna totale reflectie plaats.



7. De vacuümpomp wordt in werking gezet. Er mogen geen luchtbelletjes in de lijm achterblijven.



13. De multiplicator buizen worden op de koppelstukjes van de lichtgeleiders gelijmd.



8. Het aanbrengen van de lijmgoten is een secuur werk. Nadat de lijmgoten zijn opgeplakt en voldoende lijm op de lijmvlakken is aangebracht worden de lichtgeleiders op de scintillator platen gelijmd.



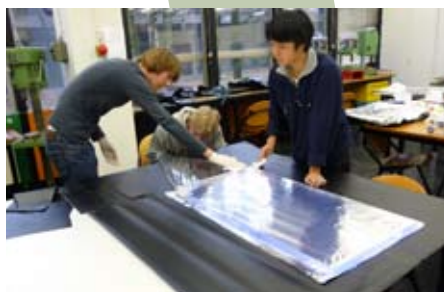
12. ...en lichtdicht ingepakt.



14. Er mag niet geknoeid worden.



9. De lichtgeleider blijft zonder steun overeind staan en drukt de overtollige lijm weg die opgevangen wordt in de lijmgoten. Hierna volgt 48 uur 'droogtijd'. Daarna worden de sensoren lichtdicht ingepakt.



11. Als de droogtijd voorbij is, worden de detectoren met aluminiumfolie bekleed...



15. De fotobuis moet in een keer op zijn plaats zitten.



10. Ondertussen worden de fotomultiplicator buizen gekarakteriseerd.



16. De detector is gereed voor gebruik. De zware betonstukken voorkomen wegwaaien.