



## 1 Detector bouw handleiding

Dit document beschrijft de stappen die nodig zijn bij het maken van een HiSPARC detector. Een detector bestaat uit een scintillator, een lichtgeleider met aansluitblokje en een fotoversterker buis (Photo Multiplier Tube (PMT)). De lichtgeleider wordt op de scintillator gelijmd en het aansluitblokje op de lichtgeleider. Nadat de lijm gedroogd is, wordt het geheel ingepakt in aluminiumfolie en vijverfolie. De PMT wordt geijkt en op het aansluitblokje geplakt met optische tape. De aangesloten PMT wordt tot slot ook lichtdicht verpakt.

## 2 Materiaal lijst

Dit zijn de materialen waar een detector uit bestaat:

- 2 Scintillatoren
- 2 Lichtgeleiders
- 2 Aansluitblokjes
- 2 Fotoversterkerbuizen (PMT, model 9125B)
- Lijm (EJ 500)
- Optische tape
- Aluminiumfolie (dik en dun)
- Zwart lichtdicht folie
- Plakband (Scotch)
- Zwarte tape
- 8 Houten spalkjes

En dit zijn de andere benodigdheden:

- Handschoenen
- Schuimblokken
- Anti-statische doek
- Alcohol
- Tissues

- Optische doekjes
- Schuurpapier (type 500 of 600, waterbestendig)
- Tape die geen lijmresten achterlaat
- Schilders tape
- Mesje en schaar
- Vacuümpomp
- Roerstaafje
- Digitale weegschaal (0,1 g nauwkeurig)
- Lijmmal
- Lijmklemmen

### 3 Voorbereiding scintillatorplaat, lichtgeleider en aansluitblokje

Voordat de verschillende onderdelen gelijmd kunnen worden, moeten de lijmoppervlakken voorbereid worden. Als eerste moeten deze oppervlakken worden opgeruwd. De te verlijmen oppervlakken van de scintillator en de lichtgeleider worden vlak geschuurd. Dit wordt ook gedaan met de te verlijmen oppervlakken van de lichtgeleider en het aansluitblokje. Vlakke oppervlakken dragen bij aan een goede aansluiting zonder ingesloten luchtbelletjes. Het schuren zorgt ook dat de lijm beter hecht aan het materiaal.

#### 3.1 Schuren van lijm oppervlak scintillatorplaat

**Let op!** Altijd handschoenen aan wanneer je met de scintillatorplaat werkt! Het vet op je handen tast het oppervlak aan! Zorg ook voor een schone werkomgeving, maak de tafel waar je op gaat werken schoon voor je begint.

1. Leg een stuk schuimblok op de tafel om de plaat op te leggen.
2. Haal ongeveer 5 cm van het beschermingspapier, dat om de scintillatorplaat zit, los aan de kant waar de lichtgeleider komt.
3. Schuur de scintillatorplaat nat met type 500 of 600 watervast schuurpapier:
  - (a) Bevestig hiervoor het schuurpapier met dubbelzijdig plakband op een vlak houtblokje.
  - (b) Druk het blokje met schuurpapier voorzichtig tegen het natte oppervlak, als je het loslaat blijft het hangen.



**Figuur 3.1** – Het afplakken van de randen zodat er geen lijm op het materiaal komt waar het niet moet komen.

- (c) Schuur deze kant vlak met water. Zorg dat het schuurblokje vlak tegen het oppervlak blijft. Ook nu moet het blokje blijven hangen als je het loslaat. Let vooral op bij de hoeken, je gaat daar gemakkelijk fout.
  - (d) Maak lange schuurbewegingen over de hele lengte, concentreer je niet steeds op één stukje.
  - (e) Ga door tot het oppervlak goed geschuurd is. Het is overal even mat geworden.
4. Maak het te lijmen oppervlak schoon met een tissue en water. Daarna met een optische doekje en alcohol.
  5. Plak de rand van het te lijmen oppervlak over 5 cm breedte zeer nauwkeurig af met speciale kwaliteit tape, dat geen lijmresten achterlaat, zoals te zien in Figuur 3.1.
  6. Maak op deze speciale tape anti-lekgootjes met dubbel papierplakband (schilderstape). Zorg ervoor dat de gootjes niet om kunnen klappen.
  7. Maak de rand schoon met een anti-statische doek.
  8. Zet de scintillatorplaat in de mal. Let op vlakke aansluiting, niet te sterk klemmen. Let ook op de lekgootjes.

### **3.2 Schuren van de lichtgeleider**

1. Plaats de lichtgeleider ook op een schuimblok op de tafel.
2. Haal aan beide zijden een stuk van het beschermfolie af.
3. Schuur de lichtgeleider nat aan beide kanten met watervast schuurpapier type 500 of 600, net als de scintillator.
4. Maak aan bovenkant van de lichtgeleider (smalle deel) rondom een gootje van dubbel papierplakband.



(a) (b)  
**Figuur 3.2** – Het schuren van de lichtgeleiders en scintillatoren.



**Figuur 3.3** – De aansluitblokjes tussen de lichtgeleider en de PMT.

### 3.3 Schuren van het aansluitblokje

In Figuur 3.3 zijn een aantal aansluitblokjes te zien.

1. Schuur de kant van het aansluitblokje waar het mee aan de lichtgeleider komt (de vierkante kant). De andere kant niet!
2. Het blokje is zo klein dat het handiger is om het (natte) schuurpapier op tafel te leggen en het blokje er overheen te bewegen.
3. Ga door tot het blokje goed geschuurd is, maak deze daarna ook schoon met een optische doekje en alcohol.

## 4 Lijmprocedure

Wanneer de te lijmen onderdelen voorbereid zijn, kan het lijmen beginnen.

1. Leg de lijmklemmen klaar bij de montagemal.

2. Oefen de lijmprocedure eerst met water door de lichtgeleider langs de mal op de scintillatorplaat te laten zakken. Eerst wordt in een hoek contact gemaakt. Daarna draait de lichtgeleider op de scintillator. Je ziet eventueel dat belletjes opzij bewegen. Oefen net zo lang tot je de techniek beheerst.
3. Leg na het oefenen de lichtgeleider weer op tafel en maak de oppervlakken goed droog door deppen.
4. Maak de twee componenten optische lijm aan:
  - (a) Let op: schone handen zijn belangrijk, neem zonodig nieuwe handschoenen
  - (b) Plaats een in een bekersglas op de digitale weegschaal. En zet de schaal weer op 0 g. Noteer ook het gewicht van het lege bekersglas.
  - (c) Spuit met behulp van een plastic injectiespuit 8 g epoxyhars EJ 500 (4 g per plaat) in het bekersglas.
  - (d) Voeg met behulp van een dunne injectiespuit druppelsgewijs precies 2 g harder EJ 500 (1 g per plaat) toe. (NB: voor andere types epoxyhars kunnen andere verhoudingen gelden!)
  - (e) Verzwaar de beker aan de onderkant m.b.v. een lijmklemp, zodat hij stevig staat en niet gemakkelijk omvalt.
  - (f) Meng de lijm goed door te roeren met een schoon plastic of glas staafje.
  - (g) Zet de beker in een exsiccator en zuig vacuüm tot alle luchtbelllen verdwenen zijn. Zorg ook hier dat de beker stabiel staat en niet om kan vallen.
5. Controleer de te lijmen oppervlakken goed en reinig ze zo nodig met alcohol.
6. Breng de lijm voorzichtig aan met een roerstaaf in een aaneengesloten spoor op de bovenkant van de scintillatorplaat. Zoals in Figuur 4.1.
7. Laat de lichtgeleider langzaam op de scintillatorplaat zakken. Let er tijdens het zakken goed op dat de lijmlaag een aaneengesloten geheel wordt.
8. Klem de lichtgeleider vast aan de mal met de lijmklempen, zoals te zien in Figuur 4.2a. Zorg ervoor dat het oppervlak niet beschadigt.
9. Breng nu voorzichtig lijm aan met een roerstaaf op de bovenkant van de lichtgeleider.
10. Plak daarna het aansluitblokje op de lichtgeleider. Let erop dat het er goed op zit op de juiste plaats. Houd het op de plaats met stevig plakband zoals in Figuur 4.2b.

**De lijm moet nu minstens 48 uur drogen.**



**Figuur 4.1** – Het aanbrengen van de lijm met een roerstaafje.



**(a)**



**(b)**

**Figuur 4.2** – De gelijmde detector in de mal verankerd zodat het goed kan drogen. Het aansluitblokje wordt op zijn plaats gehouden met tape.

## 5 Lichtdicht maken van de detector

**Let op!** Handschoenen aan! Tafels goed schoon houden!

1. Haal de detector uit de mal en leg hem weer op de tafel. Verwijder het plakband en eventuele lijmresten voorzichtig m.b.v. een dun en scherp mesje.
2. Verwijder de beschermfolie van de scintillatorplaat en de lichtgeleider.
3. Maak de oppervlakken schoon met een antistatische doek, en eventueel ook met alcohol, zie Figuur 5.1a.
4. Bereid op een andere tafel het inpakken in aluminiumfolie en vijverfolie voor. Maak deze tafel zorgvuldig schoon om gaatjes in de folies te voorkomen.
5. Meet het zwarte vijverfolie af: minstens 120 cm breed en ongeveer 175 cm lang, en leg het op de tafel, maak het antistatisch met het doekje.
6. Snij van de rol dikke aluminium folie vier korte stukken af, vouw deze een aantal keren dubbel (zonder al te veel kreukels te maken in het folie).
7. Leg deze vier stukken op het vijverfolie op de plaats van de hoeken van de scintillator, dit zal dienen als versteviging van de hoeken.
8. Snij dun aluminiumfolie ter breedte van de rol op een lengte van 175 cm af en leg dit op het vijverfolie.
9. Leg de detector in een keer goed op het aluminiumfolie, zodat de hoekpunten op de verstevigingen liggen. Schuif niet met de detector, dan kan het aluminium folie scheuren! Zie Figuur 5.1b.
10. Vouw nu het aluminiumfolie aan de zijkanten om de scintillatorplaat. Knip het folie aan de hoeken in en vouw het en nu ook om de onderkant. Zorg dat dit blijft zitten door de vouwen van aluminium folie aan elkaar te plakken met Scotch plakband. Let op dat het plakband niet op de scintillator komt.
11. Vouw het folie om de rand van de lichtgeleider en weer terug, zodat een rand zichtbaar wordt die kan dienen als oriëntatie bij het afsnijden. Snij het folie met een scherp stanleymes en een metalen liniaal op maat, zodat het een paar centimeter over de rand uit steekt.
12. Vouw het nu weer om de lichtgeleider en gebruik ook Scotch plakband om dit op z'n plek te houden.
13. Laat aan de bovenkant een stukje van ca 5 cm vrij voor de montage van folie voor PMT.
14. Snij op een andere tafel een nieuw stuk aluminiumfolie op maat af, in breedte en lengte precies passend op de detector.





**Figuur 5.1** – De detector goed met alcohol poetsen voor het plaatsen op het aluminiumfolie.



**Figuur 5.2** – Inpakken van de detector. Verstevigde hoeken goed vast geplakt.

15. Leg het folie op de detector op het omgevouwen folie, en plak het strak af met plakband, eerst met stukjes, later met hele repen. Zoals in Figuur 5.2a
16. Versterk de hoeken en scherpe randen nu met het dubbelgevouwen dik folie, knip dit in en vouw het om de hoeken. Bevestig dit ook goed met plakband. Eerst de bovenkant, en daarna de onderkant door voorzichtig de hele detector (inclusief vijverfolie) naar de kanten van de tafel te schuiven zodat je bij onderkant de hoeken ook bij de onderkant kan. Uiteindelijk ziet het er uit zoals in Figuur 5.2b.
17. Vouw nu het zwarte vijverfolie om en pak de detector lichtdicht in, op het aansluitblokje na zodat de PMT nog bevestigd kan worden.
18. Plak de zwart plastic naden drievoudig met zwart PVC plakband. Laat de repen PVC plakband eerst uithangen in verband met elasticiteit. Zorg bij het plakken dat er zo min mogelijk luchtballen onder de tape blijven. Zie Figuur 5.3.





**Figuur 5.3** – De detector helemaal ingepakt, op aansluitblokje en PMT na.

## 6 PMT bevestigen

**Let op!** De PMT NOOIT zonder beschermfolie aansluiten op de elektronica of voeding.

Oefen eerst voordat je de beschermfolie van de PMT afhaalt.

1. Maakt de te plakken oppervlaktes schoon et alcohol, het venster van de PMT en de bovenkant van het aansluitblokje. Laat het alcohol verdampen voordat je begin met plakken.
2. Knip een stukje van de optische tape af dat groot genoeg is voor de PMT.
3. Plak dit stukje bovenop het aansluitblokje zo dat er geen luchtbellens onder zitten. Snij of knip het overtollige tape weg. Zie Figuur 6.1a.
4. Verwijder het beveiligingsfolie van de voorkant van de PMT.
5. Verwijder nu voorzichtig de rode bescherming aan de andere kant van de tape met een pincet.
6. Bevestig de PMT op de bovenkant van het aansluitblokje. Doe dit door de buis eerst aan de rand op te zetten en dan met een rollende beweging verder vast te maken. Op deze manier voorkom luchtbellens onder het plakband.
7. Breng aluminiumfolie aan op het overgebleven stuk van de detector, tot net onder de PMT.
8. Verstevig de PMT constructie met houten spalken, zoals te zien in Figuur 6.1b.
9. Pak het PMT gedeelte daarna ook in met vijverfolie en voldoende zwarte tape.

## 7 Controleren

Nu zou de de detector af moeten zijn. Test dit door de PMT te verbinden met de HiSPARC elektronica die aan een pc hangt met de HiSPARC software. Stel de detector af zodat die goed is ingesteld. Zo kan je aan aantal mogelijke problemen testen voordat de detector op het dak geplaatst wordt. Zo zijn lichtlekken en problemen met de PMT snel te testen.



(a)



(b)

**Figuur 6.1** – Optisch tape op het aansluitblokje en de PMT bevestigd, met spalken ondersteund.