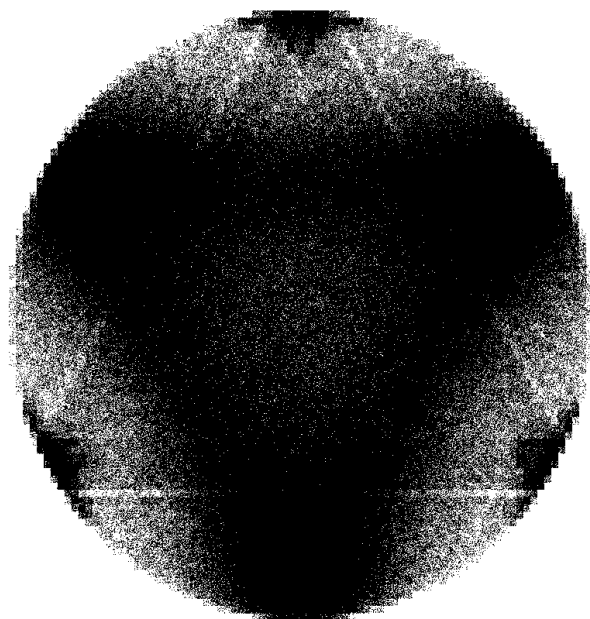


# CARBON-12'S HENFALDSPROCESS

(THE DECAY PROCESS OF CARBON-12)



BACHELORPROJEKT I FYSIK  
MICHAEL KULMBACK MUNCH  
20103561

VEJLEDER: HANS FYNBO

1. JULI 2013

INSTITUT FOR FYSIK OG ASTRONOMI  
AARHUS UNIVERSITET

Institut for Fysik og Astronomi  
Aarhus Universitet  
Ny Munkegade, Bygning 1520  
DK-8000 Aarhus C  
Danmark

FiXme Fatal: Not done © Michael Munch 2013  
yet Forsidebilledet er et Dalitzplot.

# Indhold

<b>Indhold</b>	<b>i</b>
<b>1 Indledning</b>	<b>1</b>
<b>2 Opstilling</b>	<b>1</b>
<b>3 Kalibrering</b>	<b>1</b>
3.1 Estimation af dødlagets tykkelse . . . . .	2
3.2 Kalibreringsalgoritmen . . . . .	3
<b>4 Teori</b>	<b>3</b>
<b>5 Rutherford</b>	<b>3</b>
<b>6 Sekventielt henfald</b>	<b>3</b>
<b>7 Dalitz plots</b>	<b>3</b>
<b>8 Konklusion</b>	<b>3</b>
<b>Litteratur</b>	<b>4</b>

## Rettelser

Fatal: Not done yet . . . . .	2
Fatal: Hvad er tykkelsen af foliet og backing? . . . . .	1
Fatal: Skematisk tegning af opstillingen mangler. . . . .	1
Note: Her skal være en tegning. . . . .	1
Fatal: Algoritmen til at bestemme centroidværdien skal optimeres. Overvej om det skal gøres på 2D histogrammet. . . . .	2
Note: Dette skal læses igennem . . . . .	2
Fatal: Der mangler usikkerhedsberegninger. . . . .	2
Note: Overvej denne overskrift . . . . .	3

## 1 Indledning

## 2 Opstilling

Et beam af protoner accelereres op til den ønskede energi med en 5 MeV Van de Graaf accelerator. Dette beam afbøjes med en elektromagnet og sendes ind i beamline, hvor det først passerer gennem et hul i midten af den ene detektor, hvorefter en del af det vil kollidere med et  $^{11}\text{B}$ -target på carbon backing. Det resterende vil passere videre gennem beamline, hvor det igen vil passere gennem en detektor, for at ende i en Faraday cup.

Fixme Fatal: Hvad er tykkelsen af foliet og backing?

Detektorsystemet består af to dobbelt siddet silicium strip detektorer (DS-SSD), som fungerer på samme måde, som almindelige faststofdetektorer. Fordelen er opdelingen af forsiden og bagsiden i et antal områder kaldet strips. Dermed er det muligt at bestemme både vinkel og energi af partiklerne. Bagsiden er opdelt i 32 radiale slices, som benævnes sektorer. Forsiden er derimod opdelt i en række ringe, der hver er  $886\text{ }\mu\text{m}$  tykke, med et  $100\text{ }\mu\text{m}$  isolerende område mellem hver.

Den første detektor beamet passerer igennem kaldes upstream. Denne udspænder vinklerne fra  $141^\circ$  til  $165^\circ$  målt fra beamets retning. Den anden benævnes med downstream og den udspænder fra  $15^\circ$  til  $40^\circ$ .

**Fixme Fatal: Skematisk tegning af opstillingen mangler.**

Figur 1: Skematisk tegning af opstillingen

## 3 Kalibrering

For at kunne oversætte mellem udstyrets kanalnummer og en given energi skulle der foretages en kalibrering. Til dette formål blev der benyttet en kilde, der bestod af tre  $\alpha$ -kilder:  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  og  $^{244}\text{Cm}$ .

Idet forstærkningen er indstillet forskelligt i de enkelte strips og sektorer, er det nødvendigt at kalibrere dem enkeltvis. Linierne er skarpt adskilte, derfor kan kalibreringen udføres ved at fitte lineært til deres centroid værdier.

Det skulle dog vise sig ikke at være helt så nemt, idet detektoren havde et dødlag, der var et par micrometer tykt,  $\Delta x$ . Det har den effekt, at partikler, der rammer længere ude på detektoren, vil miste mere energi end de, der rammer de inderste strips. De relevante størrelser er den målte energi  $E_0$ , energien før dødlaget  $E$  og vinklen  $\phi$  mellem partiklens hastighed og detektorens normal. Ud fra nogle enkelte geometriske betragtninger kan et udtryk for  $E$  opskrives

Fixme Note: Her skal være en tegning.

$$E = E_0 + \frac{dE}{dx} \frac{\Delta x}{\cos \phi}. \quad (1)$$

Det sidste led er energitabet i dødlaget, som afhænger af stoppeevnen,  $\frac{dE}{dx}$ , af materialet.

### 3.1 Estimation af dødlagets tykkelse

For at kunne bestemme tykkelsen af dødlaget er det nødvendigt at kende kanalnummerene ved forskellige vinkler, men som sagt er forstærkningen indstillet forskelligt i ringene.

Løsningen på dette er at udvælge en radial sektor. Hver gang denne sektor bliver ramt, findes de cirkulære strips, hvor kanalnummeret er det samme plus minus et vist offset. Offsettet korrigerer for at forstærkningen ikke er den samme. Kanalnummeret fra de radiale sektor tilføjes så til et histogram for den cirkulære strip, der matchede. På denne måde er det muligt, at bestemme spektret for de enkelte cirkulære strips, hvor forstærkningen er den samme.

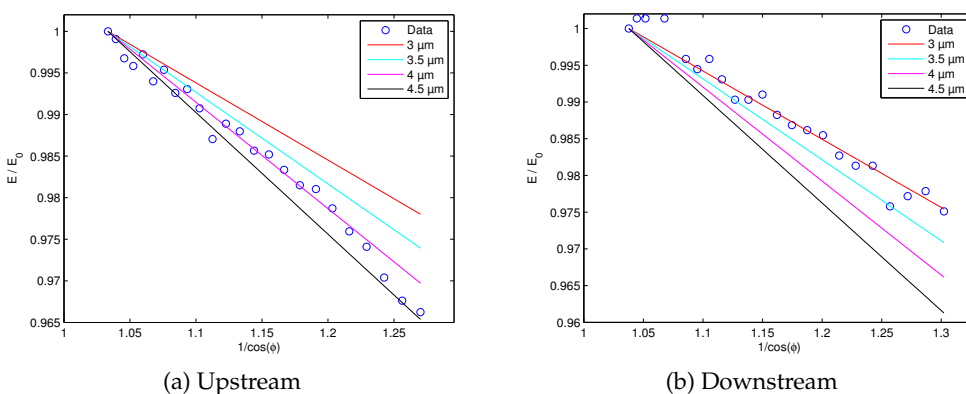
FiXme Note: Dette skal læses igennem

I alle disse spektre bestemmes så centroidværdien af  $^{239}\text{Pu}$  toppen, og kanalnummeret af denne. Kanalnummerne blev normaliseret til kanalnummeret i strip 1 og blev plottet som funktion af  $(\cos \phi)^{-1}$ . Ud over dette er ligning (1), for forskellige tykkelser, også plottet. Disse er normaliseret til det teoretiske udtryk for strip 1. Stoppeevnen er taget fra [1].

Dette er plottet på figur 2, for de to detektorer. Ud fra de teoretiske kurver ses, at tykkelsen af dødlaget er konsistent med hhv. 3 og 4  $\mu\text{m}$  for upstream- og downstreamdetektorerne.

FiXme Fatal: Der mangler usikkerhedsberegninger.

**FiXme Fatal: Algoritmen til at bestemme centroidværdien skal optimeres. Overvej om det skal gøres på 2D histogrammet.**



Figur 2: De normaliserede energier som funktion af  $1/\cos \phi$ . Kurverne angiver det teoretiske udtryk givet i ligning (1) og er plottet for forskellige tykkelser.

## 3.2 Kalibreringsalgoritmen

Fixme Note: Overvej  
denne overskrift

Når tykkelsen er kendt, kan den målte energi  $E_0$  bestemmes. Dermed kan vores detektorer kalibreres. Fordi energitabet både afhænger af indgangsenergien og hvilken partikel, der er tale om, så er det nødvendigt at bestemme energitabet for hver enkel hændelse.

For energier hvor stoppeevnen er stor, så vil det give anledning til en fejl, hvis energitabet anses som konstant hele vejen igennem materialet. Det samlede tab skulle istedet udregnes som et integral. Istedet benyttes projected range, som er middel rækkevidden af en partikel i et givent materiale, og ækvivalent til ligning (1) kan den samlede rækkevidde skrives som

$$R(E) = R(E_0) + \frac{\Delta x}{\cos \phi}. \quad (2)$$

For at bestemme energien af en given hændelse, så bestemmes først den samlede rækkevidde, hvor  $R(E_0)$  bestemmes ved tabelopslag. Dernæst regnes baglæns hvormed energien bestemmes ud fra rækkevidden.

## 4 Teori

## 5 Rutherford

## 6 Sekventielt henfald

## 7 Dalitz plots

## 8 Konklusion

## **Litteratur**

- [1] J. F. Ziegler, U. Littmark, and J. P. Biersack. *The stopping and range of ions in solids* / J.F. Ziegler, J.P. Biersack, U. Littmark. Pergamon New York, 1985.