

Specialeforsvar

Studying the angular correlation and final state distribution in the ${}^8\text{Li}$
beta-decay

Anders Holst Rasmussen

28. Juni, 2021

Oversigt

1 Introduktion

2 Eksperimentel opsætning

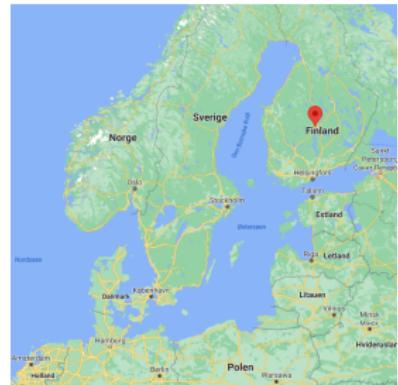
3 Data reduktion

4 Data analyse

5 Konklusion

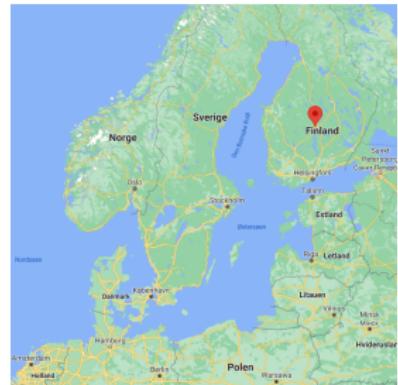
Introduktion

- Data fra IGISOL ved Jyväskylä Universitet i Finland



Introduktion

- Data fra IGISOL ved Jyväskylä Universitet i Finland
- Eksperimentet er foretaget i 2020



Introduktion

- Data fra IGISOL ved Jyväskylä Universitet i Finland
- Eksperimentet er foretaget i 2020
- Undersøgelse af ${}^8\text{Li}$ og ${}^{12}\text{B}$



Introduktion

- Data fra IGISOL ved Jyväskylä Universitet i Finland
- Eksperimentet er foretaget i 2020
- Undersøgelse af ^8Li og ^{12}B
- $^7\text{Li} + ^2\text{H} \rightarrow ^8\text{Li} + ^1\text{H}$



Introduktion

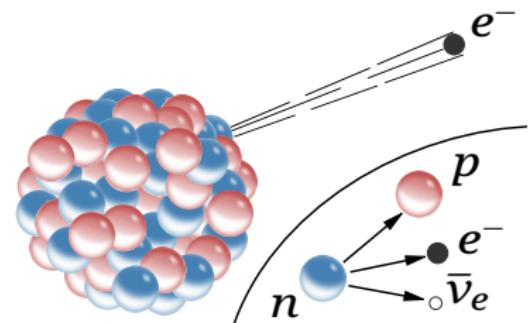
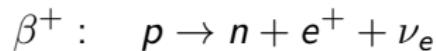
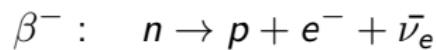
- Data fra IGISOL ved Jyväskylä Universitet i Finland
- Eksperimentet er foretaget i 2020
- Undersøgelse af ^8Li og ^{12}B
- $^7\text{Li} + ^2\text{H} \rightarrow ^8\text{Li} + ^1\text{H}$
- $^8\text{Li} \rightarrow ^8\text{Be} + e^- + \bar{\nu}_e$
 $^8\text{Be} \rightarrow ^4\text{He} + ^4\text{He}$



Henfaldstyper

Henfaldstyper

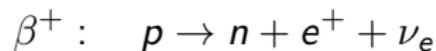
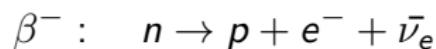
Der findes to typer β -henfald:



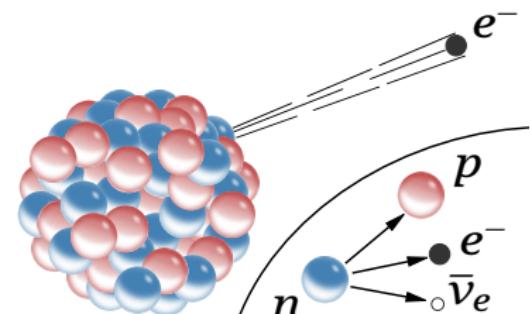
https://en.wikipedia.org/wiki/Beta_decay

Henfaldstyper

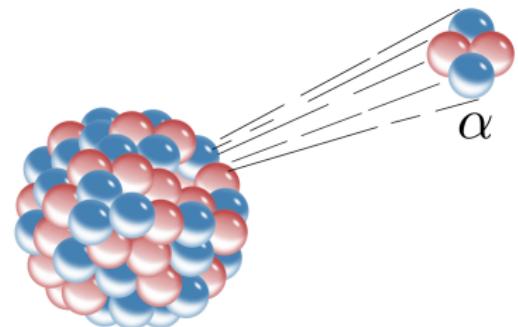
Der findes to typer β -henfald:



α -henfald er udsendelsen af en α -partikel



https://en.wikipedia.org/wiki/Beta_decay



https://en.wikipedia.org/wiki/Alpha_decay

Tilladte overgange

Tilladte overgange

Total angular moment, paritiet og isospin: $J^\pi; T$

Tilladte overgange

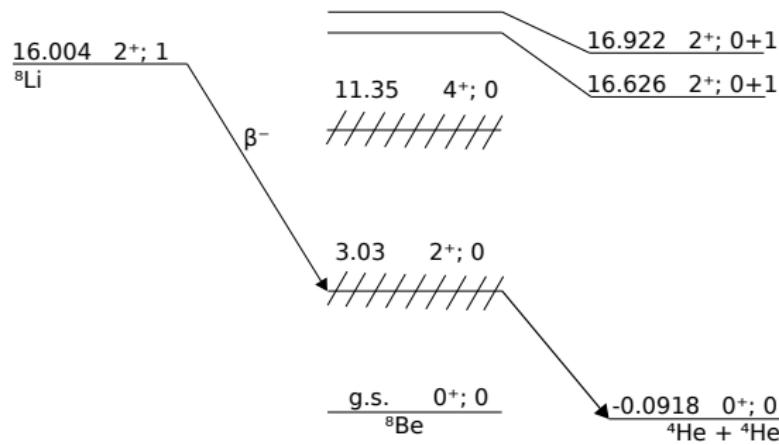
Total angular moment, paritiet og isospin: $J^\pi; T$

$$\Delta J = 0, 1, \quad \Delta T = 0, 1 \quad \text{og} \quad \Delta \pi = 0$$

Tilladte overgange

Total angular moment, paritet og isospin: $J^\pi; T$

$$\Delta J = 0, 1, \quad \Delta T = 0, 1 \quad \text{og} \quad \Delta \pi = 0$$



Oversigt

1 Introduktion

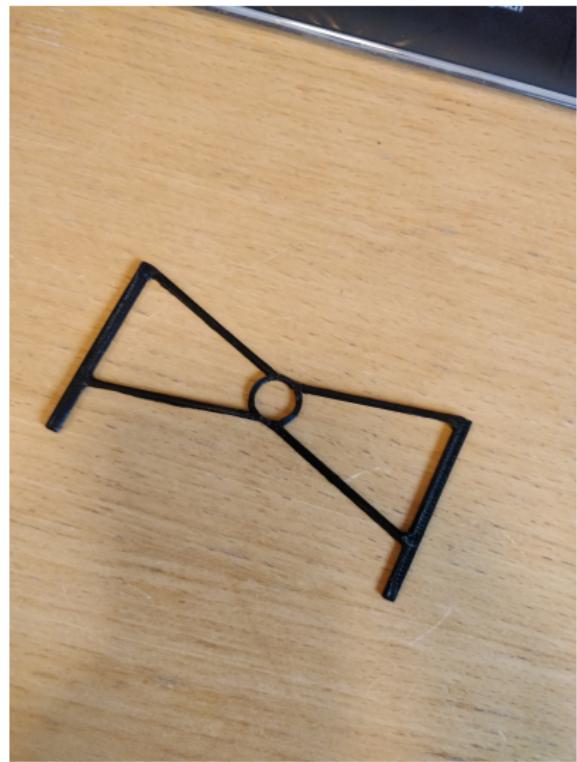
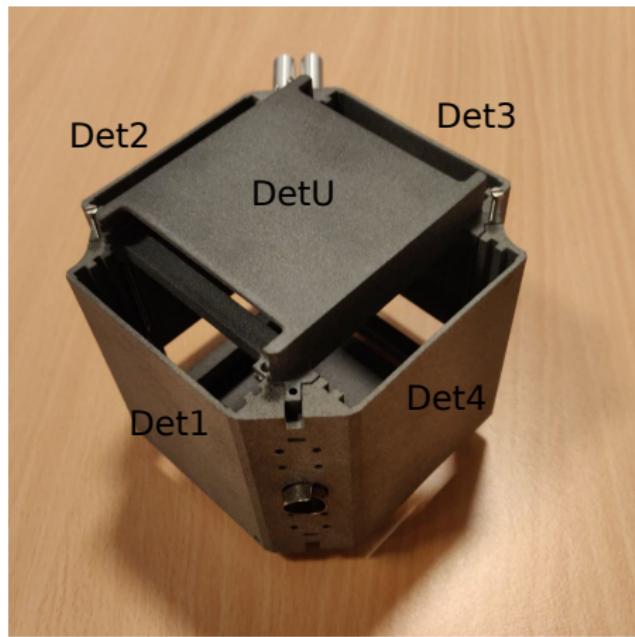
2 Eksperimentel opsætning

3 Data reduktion

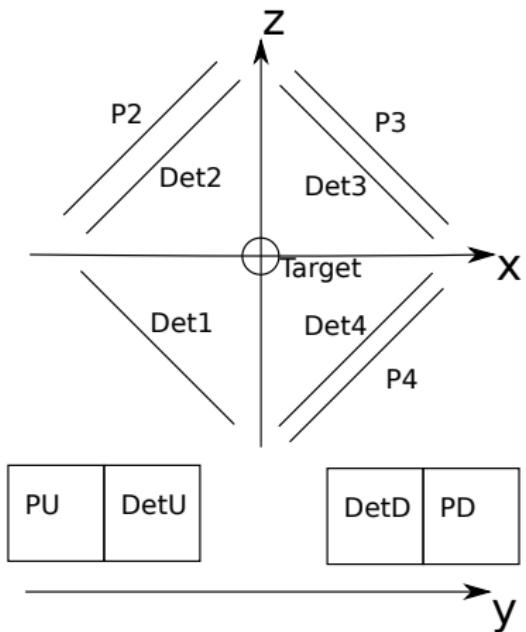
4 Data analyse

5 Konklusion

Eksperimentel opsætning

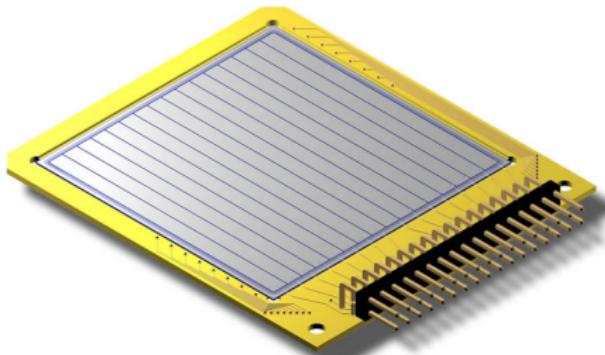


Eksperimentel opsætning



Detektor	Tykkelse [μm]	PAD	Tykkelse [μm]
Det1	67	n/a	n/a
Det2	1002	P2	1036
Det3	65	P3	1497
Det4	60	P4	1490
DetU	60	PU	1498
DetD	1043	PD	1038

Detektorerne



16×16 strips
256 pixels

Software

Software

- ROOT

Software

- ROOT
 - C++ framework til data processing

Software

- ROOT

- C++ framework til data processing
- Bygget til højenergi fysik

Software

- ROOT
 - C++ framework til data processing
 - Bygget til højenergi fysik
- AUSA

Software

- ROOT
 - C++ framework til data processing
 - Bygget til højenergi fysik
- AUSA
 - Lavet på AU

Software

- ROOT
 - C++ framework til data processing
 - Bygget til højenergi fysik
- AUSA
 - Lavet på AU
 - Gengivende dataanalyse

Software

- ROOT
 - C++ framework til data processing
 - Bygget til højenergi fysik
- AUSA
 - Lavet på AU
 - Gengivende dataanalyse
 - Unpacker: Rå data til ROOT Tree

Software

- ROOT
 - C++ framework til data processing
 - Bygget til højenergi fysik
- AUSA
 - Lavet på AU
 - Gengivende dataanalyse
 - Unpacker: Rå data til ROOT Tree
 - Calibrator: Detektor kalibrering

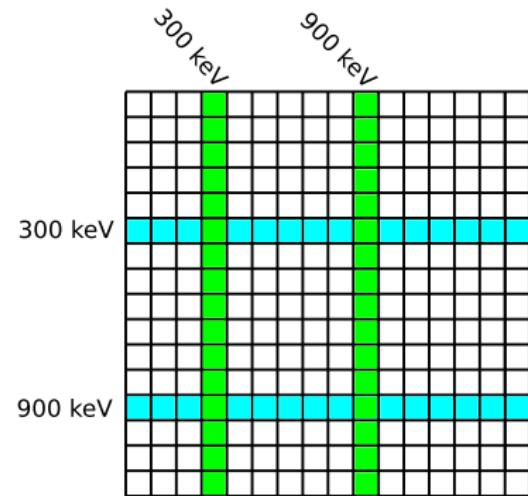
Software

- ROOT

- C++ framework til data processing
- Bygget til højenergi fysik

- AUSA

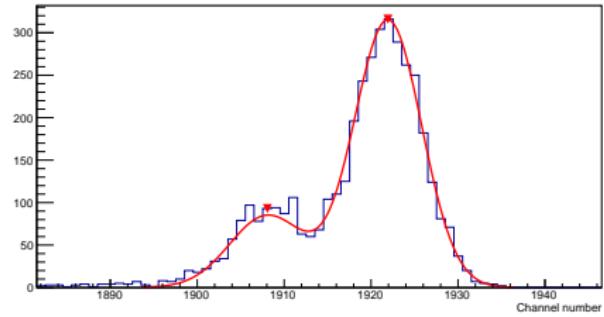
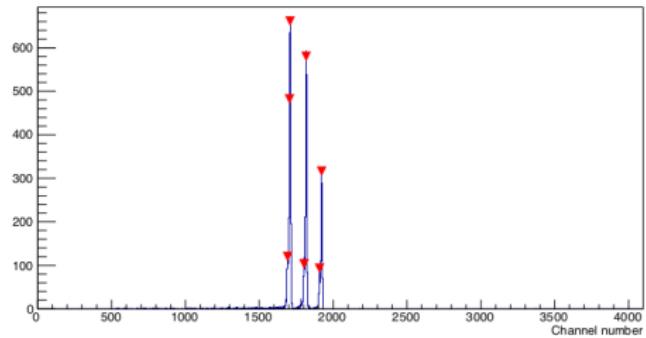
- Lavet på AU
- Gengivende dataanalyse
- Unpacker: Rå data til ROOT Tree
- Calibrator: Detektor kalibrering
- Sorter: Konvertere strip signaler til pixel hit



Kalibrering

Konverter kanal nummer til en energi
 Kendte kilder:

Isotope	E_{α} [keV]
^{148}Gd	3182.690
^{239}Pu	5105.5
	5144.3
	5156.59
^{244}Cm	5762.64
	5804.96



Oversigt

1 Introduktion

2 Eksperimentel opsætning

3 Data reduktion

4 Data analyse

5 Konklusion

Identifier partikler

Identifierer partikler

- Forskellige energi afsætning

Identifierer partikler

- Forskellige energi afsætning
- α -partikler bliver stoppet af $60 \mu\text{m}$

Identifier partikler

- Forskellige energi afsætning
- α -partikler bliver stoppet af $60 \mu\text{m}$
- β -partikler afsætter 300 keV - 500 keV pr. mm silicium

Identifierer partikler

- Forskellige energi afsætning
- α -partikler bliver stoppet af $60 \mu\text{m}$
- β -partikler afsætter $300 \text{ keV} - 500 \text{ keV}$ pr. mm silicium
- Overlappende energi

Identifierer partikler

- Forskellige energi afsætning
- α -partikler bliver stoppet af $60 \mu\text{m}$
- β -partikler afsætter $300 \text{ keV} - 500 \text{ keV}$ pr. mm silicium
- Overlappende energi
- β -partikler bliver opfanget af PAD

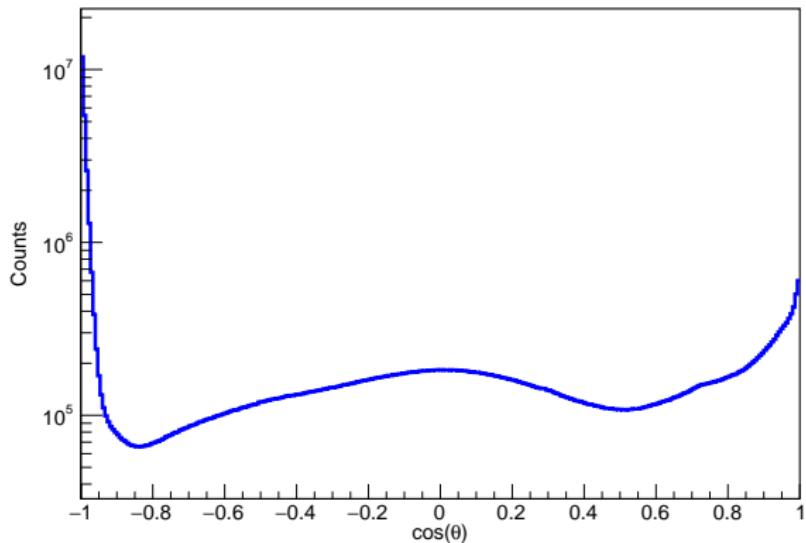
Vinkel cut

Vinkel cut

- Grundet impuls bevarelse, forventer vi 180° mellem α -partiklerne

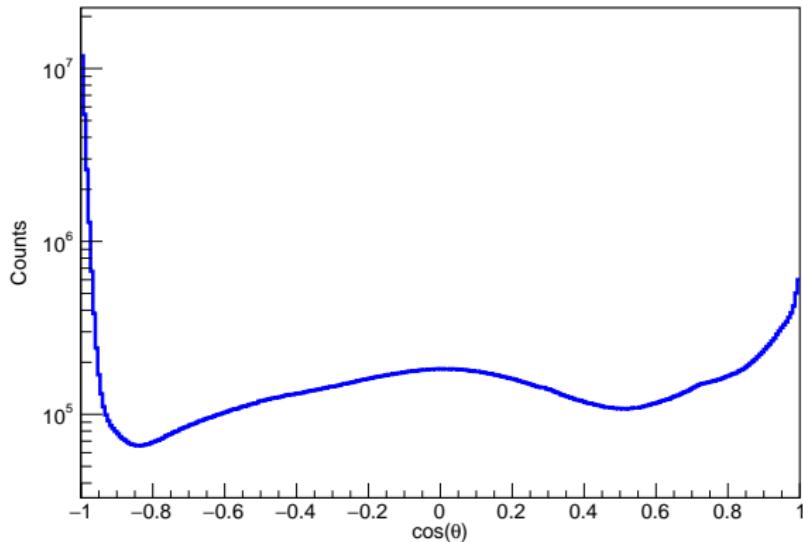
Vinkel cut

- Grundet impuls bevarelse, forventer vi 180° mellem α -partiklerne
- Langt største delen af hits i eksperimentet har tæt på 180° mellem sig



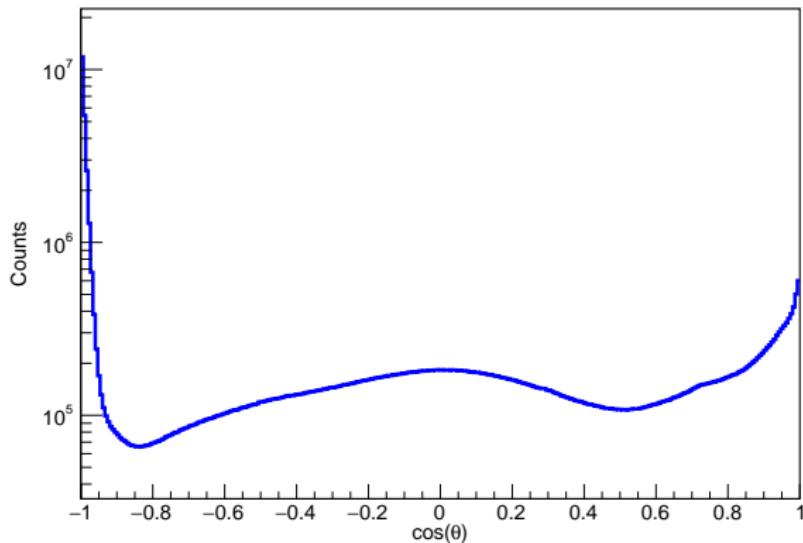
Vinkel cut

- Grundet impuls bevarelse, forventer vi 180° mellem α -partiklerne
- Langt største delen af hits i eksperimentet har tæt på 180° mellem sig
- Vi vælger $\cos(\theta) \leq -0.95$



Vinkel cut

- Grundet impuls bevarelse, forventer vi 180° mellem α -partiklerne
- Langt største delen af hits i eksperimentet har tæt på 180° mellem sig
- Vi vælger $\cos(\theta) \leq -0.95$
- Svare til 161°



Impuls cut

Impuls cut

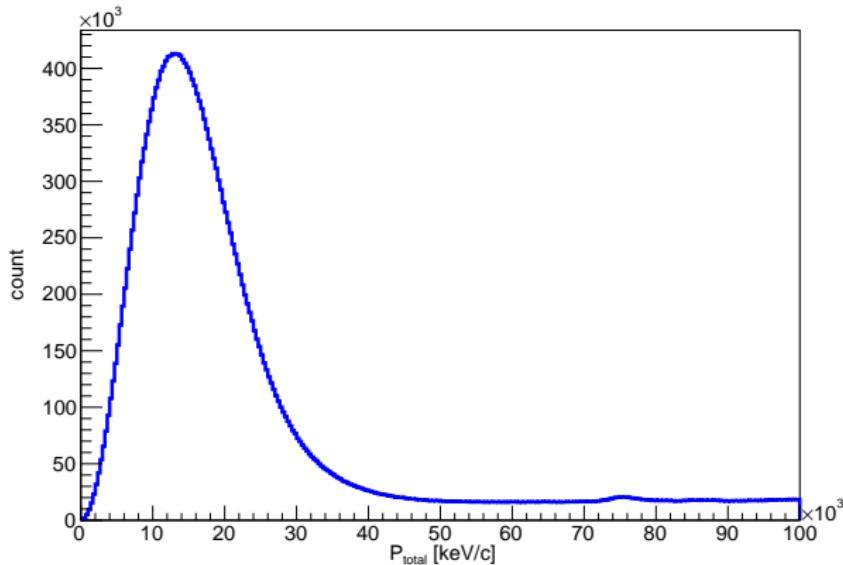
- Enkelt α -partikel med 1.5 MeV har impuls på 105 MeV/c

Impuls cut

- Enkelt α -partikel med 1.5 MeV har impuls på 105 MeV/c
- Enkelt β -partikel med 3 MeV har impuls på 1.7 MeV/c

Impuls cut

- Enkelt α -partikel med 1.5 MeV har impuls på 105 MeV/c
- Enkelt β -partikel med 3 MeV har impuls på 1.7 MeV/c
- Størrelsen af den samlede impuls må maksimalt være 40 MeV/c

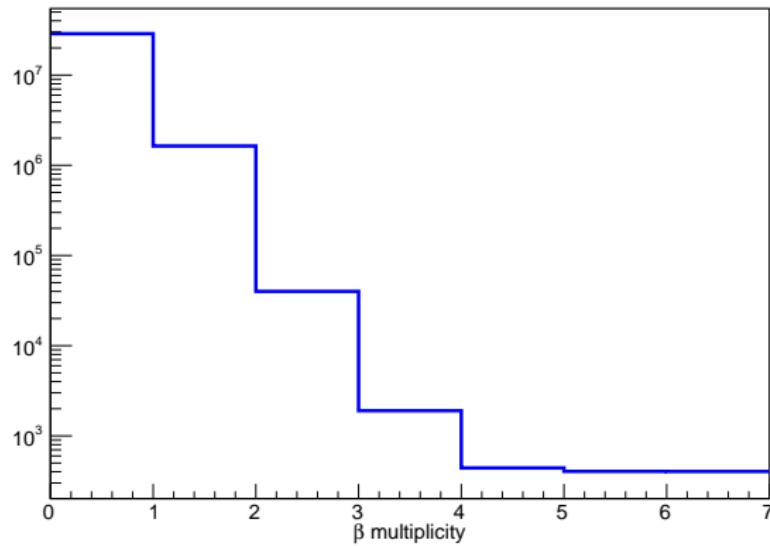


β multiplicitet cut

Kræver mindst én β -partikel

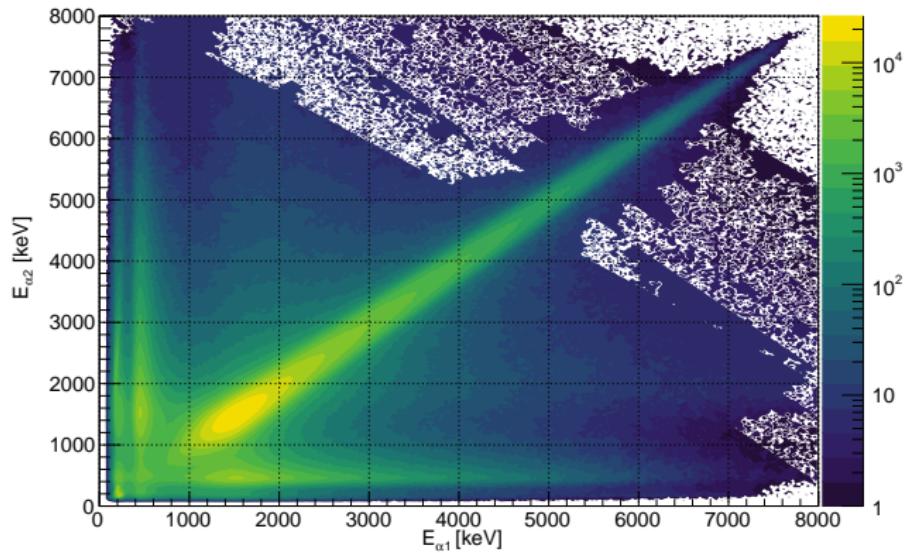
Flere β -partikler kan skyldes spredning af enkelt β

Isotrop vinkelfordeling \rightarrow antal irrelevant



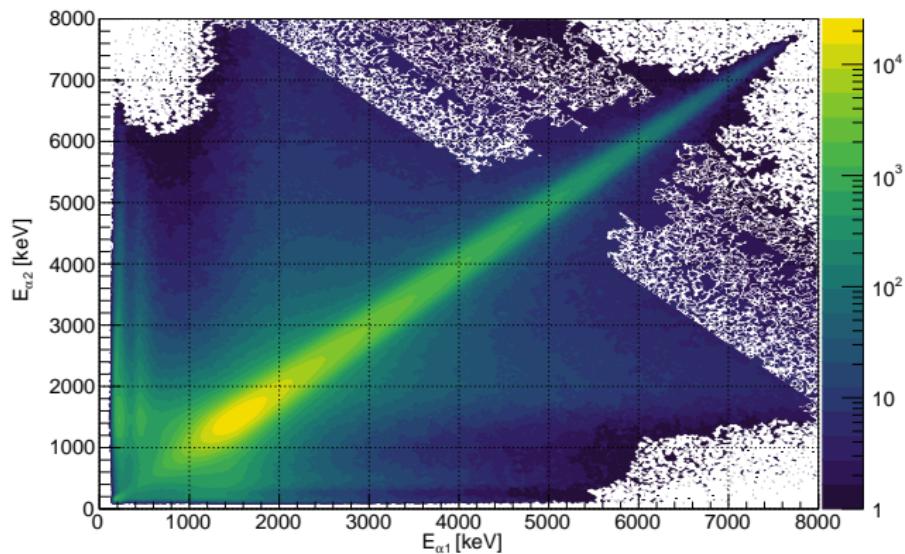
Effekten af cuts

Hvordan ser usorteret data ud?



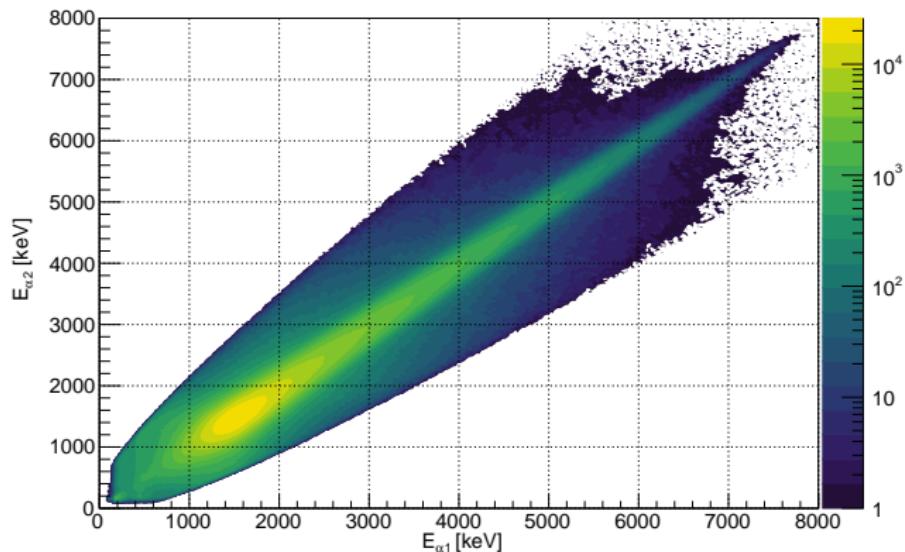
Effekten af vinkel cut

Indbyrdes vinkel på maksimalt 161°



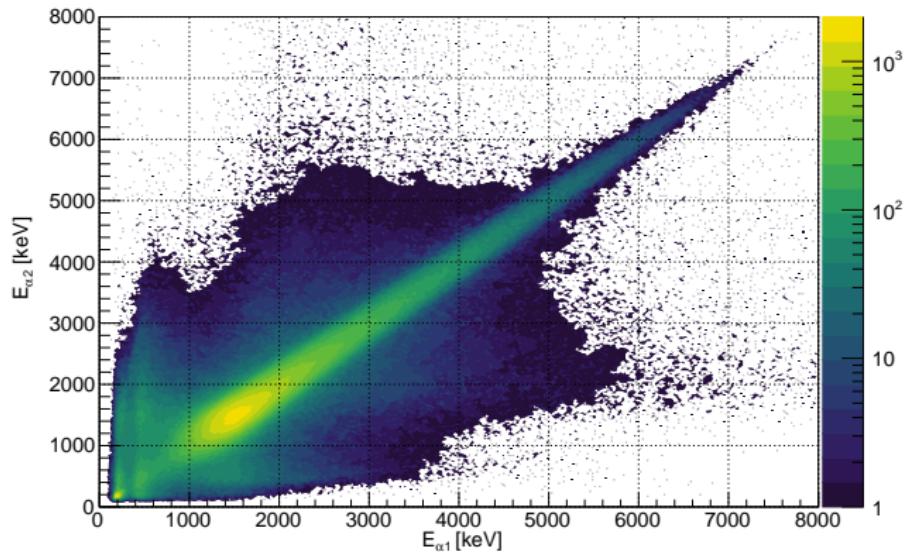
Effekten af impuls cut

Total impuls på maksimalt 40 MeV/c



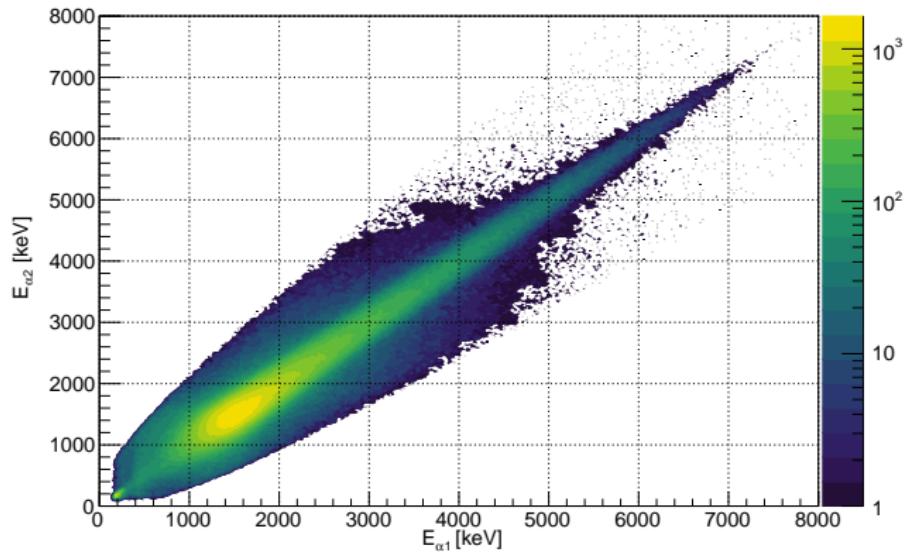
Effekten af β -multiplicitet cut

Minimum 1 β -partikel i et event



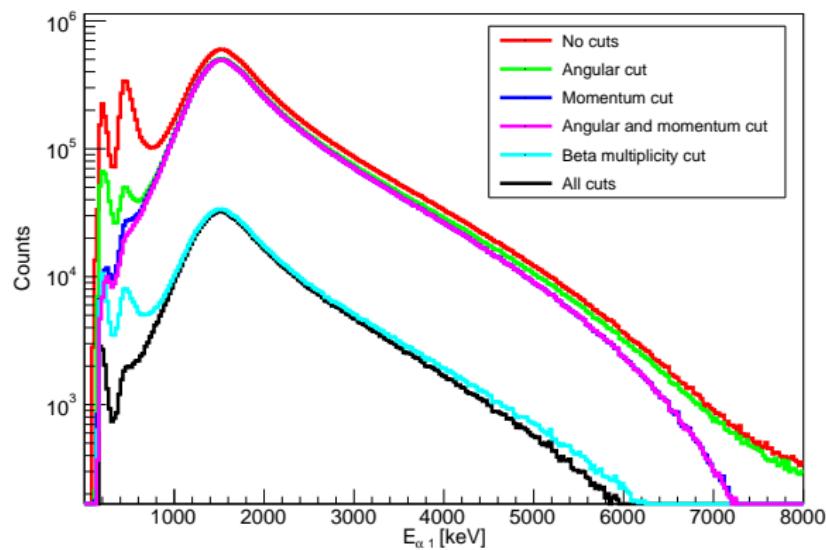
Effekten af alle cuts

Alle cuts



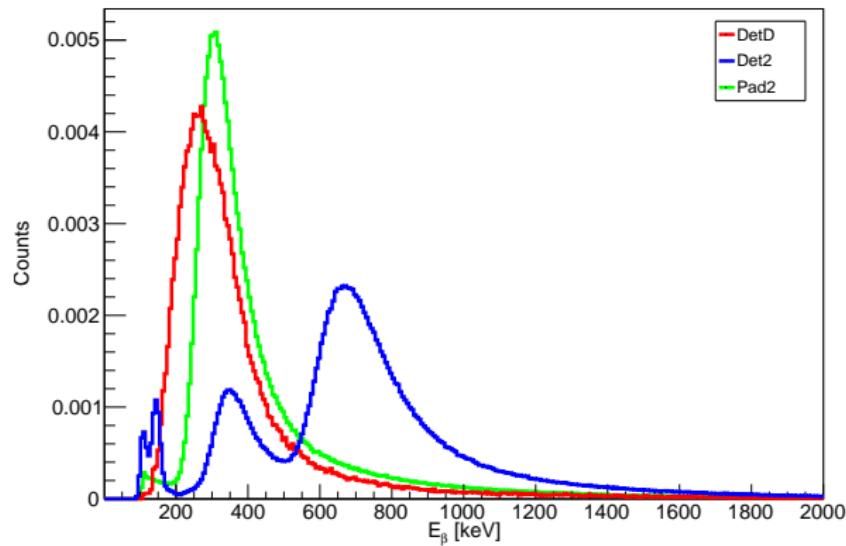
Cut sammenligning

Energi spektrum for enkelt α -partikel



β energi spektrum

Falske β identificeringer?



Oversigt

1 Introduktion

2 Eksperimentel opsætning

3 Data reduktion

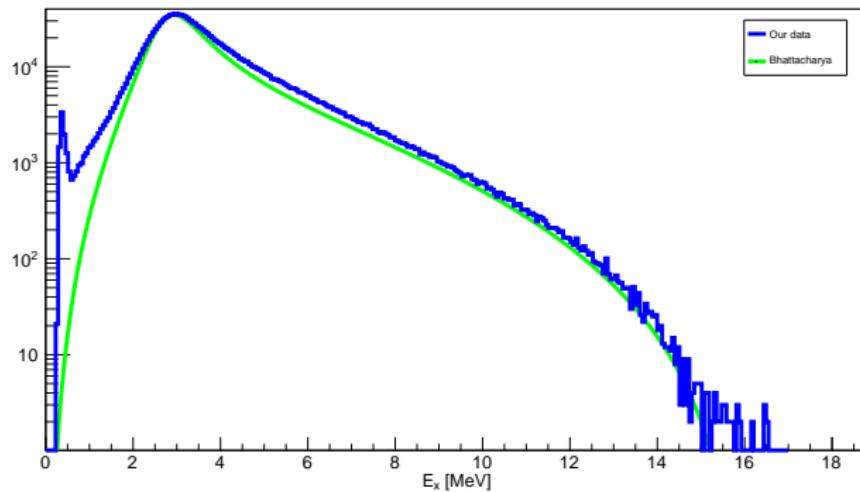
4 Data analyse

5 Konklusion

Excitations spektrum for ${}^8\text{Be}$

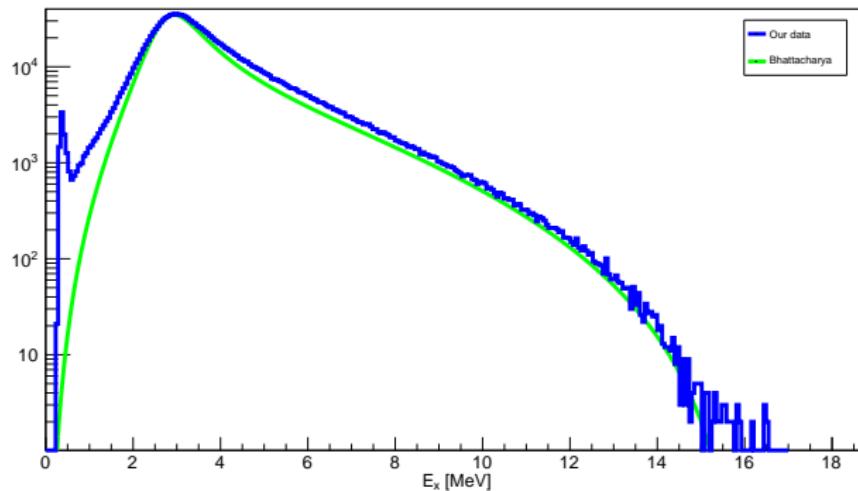
Excitations spektrum for ${}^8\text{Be}$

- Energi for summen af to α -partikler



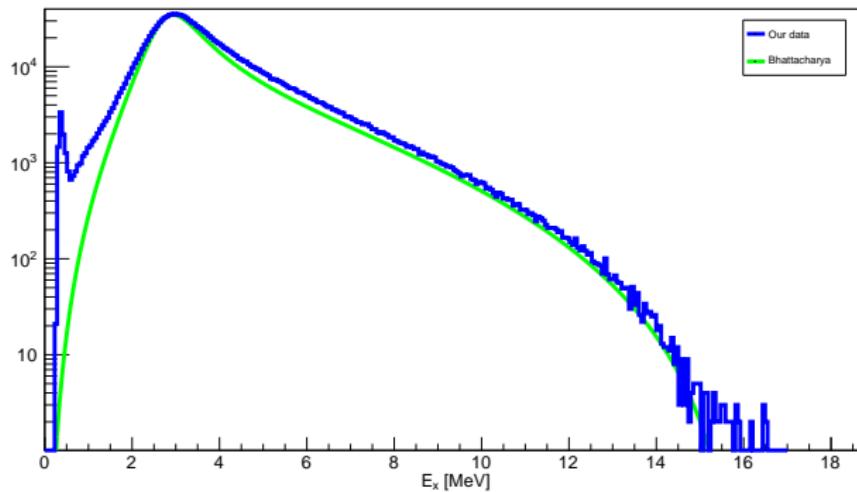
Excitations spektrum for ${}^8\text{Be}$

- Energi for summen af to α -partikler
- Sammenligning med tidligere målinger



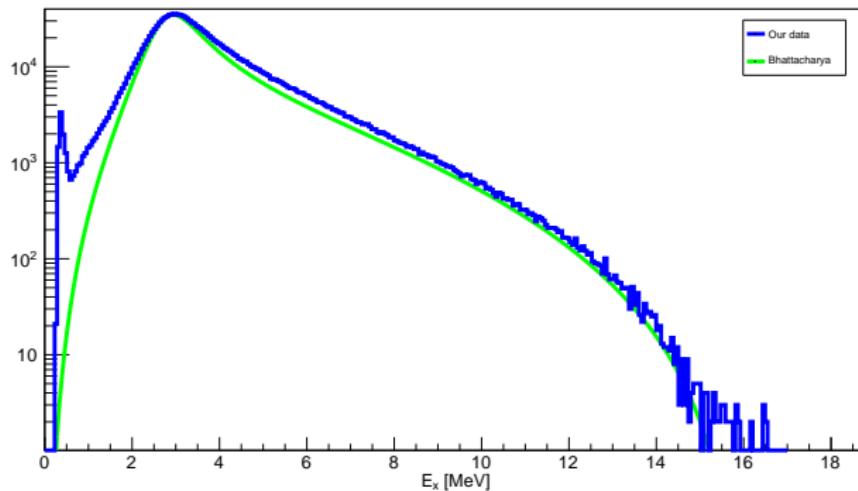
Excitations spektrum for ${}^8\text{Be}$

- Energi for summen af to α -partikler
- Sammenligning med tidligere målinger
- God overensstemmelse for peak



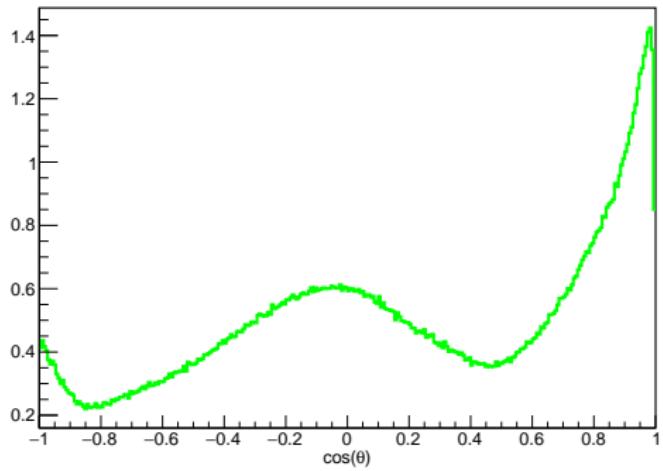
Excitations spektrum for ${}^8\text{Be}$

- Energi for summen af to α -partikler
- Sammenligning med tidligere målinger
- God overensstemmelse for peak
- Lav energiniveau divergere meget fra hinanden



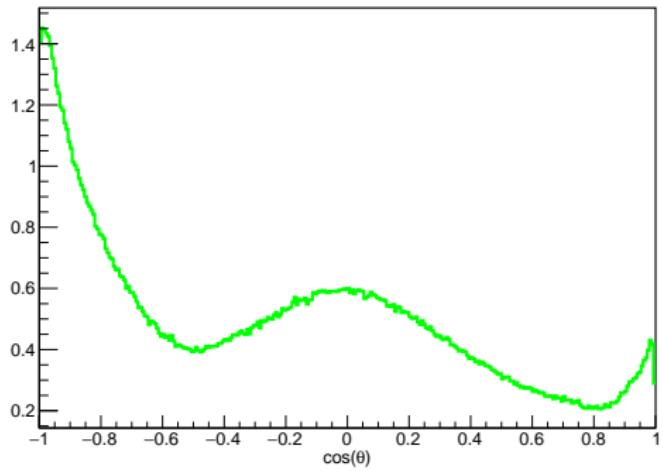
Vinkel korrelationer mellem α og β

- Vinkel mellem α_1 og β



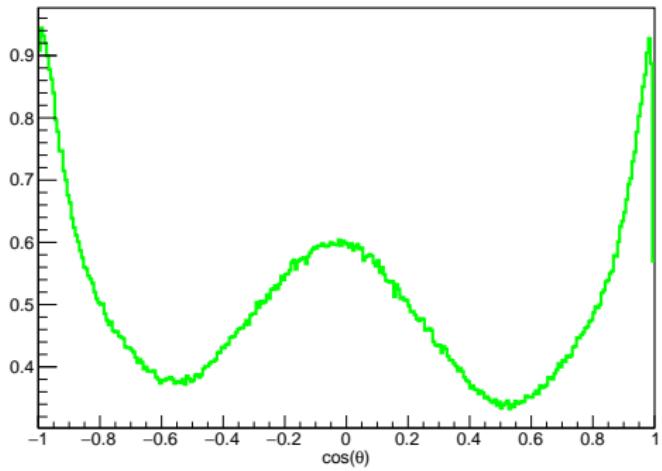
Vinkel korrelationer mellem α og β

- Vinkel mellem α_1 og β
- Vinkel mellem α_2 og β



Vinkel korrelationer mellem α og β

- Vinkel mellem α_1 og β
- Vinkel mellem α_2 og β
- Giver komplet billede sammenlagt

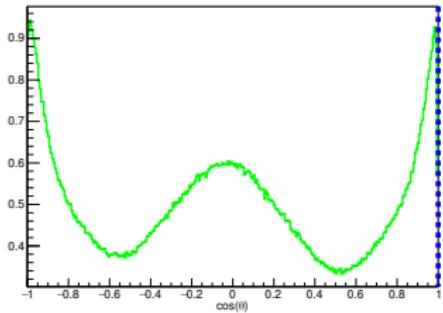
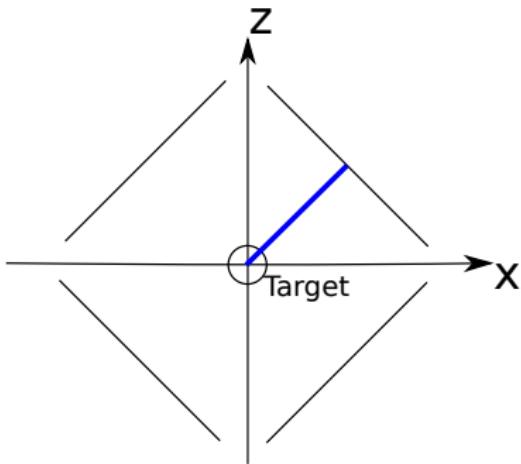


Setup effektivitet

- Setup har større sandsynlighed for at måle nogle individuelle vinkler

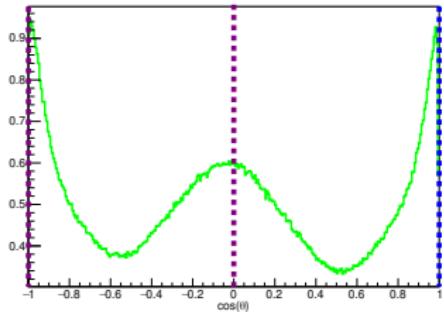
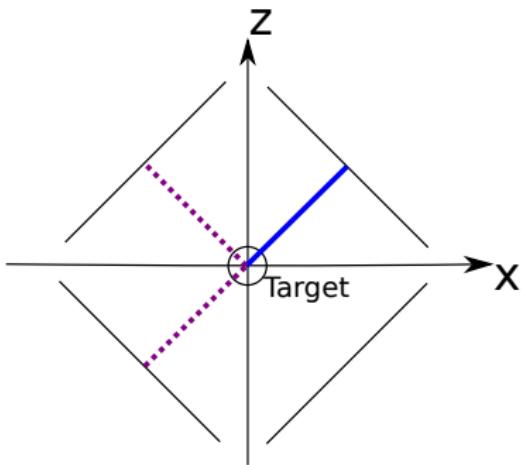
Setup effektivitet

- Setup har større sandsynlighed for at måle nogle individuelle vinkler
- Der vil altid være 0° mellem en pixel og sig selv



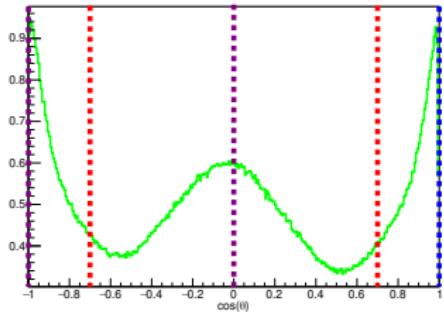
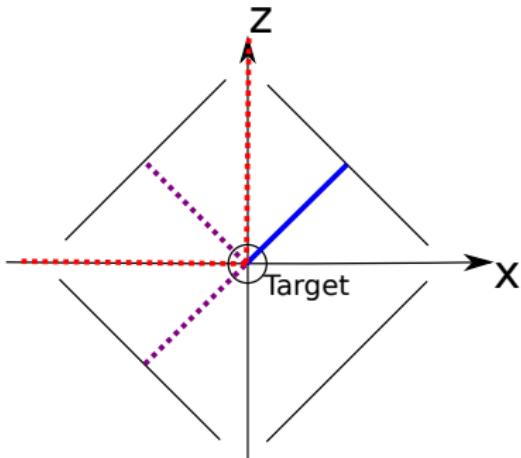
Setup effektivitet

- Setup har større sandsynlighed for at måle nogle individuelle vinkler
- Der vil altid være 0° mellem en pixel og sig selv
- Ofte en pixel 90° eller 180° fra en given pixel



Setup effektivitet

- Setup har større sandsynlighed for at måle nogle individuelle vinkler
- Der vil altid være 0° mellem en pixel og sig selv
- Ofte en pixel 90° eller 180° fra en given pixel
- Ikke altid en pixel 45° eller 135° fra en pixel



Setup effektivitet

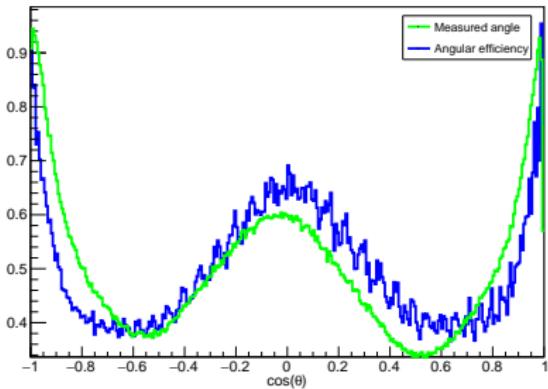
- Udregn den forventede vinkelfordeling

Setup effektivitet

- Udregn den forventede vinkelfordeling
- Vinklen mellem en pixel i i en hvilken som helst detektor, og en anden pixel j i en given detektor

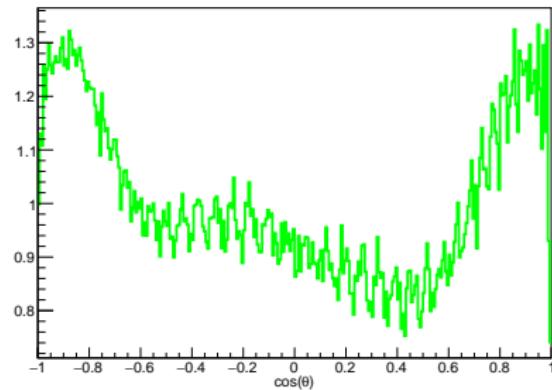
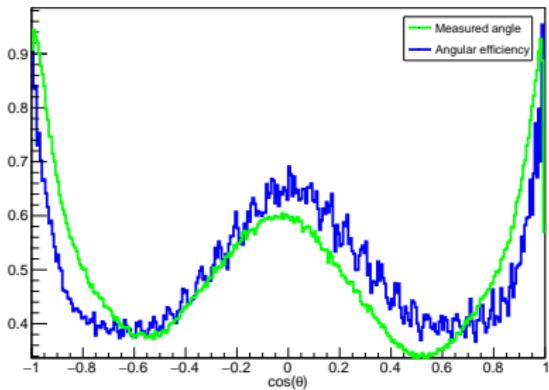
Setup effektivitet

- Udregn den forventede vinkelfordeling
- Vinklen mellem en pixel i i en hvilken som helst detektor, og en anden pixel j i en given detektor



Setup effektivitet

- Udregn den forventede vinkelfordeling
- Vinklen mellem en pixel i i en hvilken som helst detektor, og en anden pixel j i en given detektor



Geometriske forskydninger

Mulige fejlkilder

Geometriske forskydninger

Mulige fejlkilder

- Beam rammer ikke lige i center af target

Geometriske forskydninger

Mulige fejlkilder

- Beam rammer ikke lige i center af target
- Detektorerne står anderledes end antaget

Geometriske forskydninger

Mulige fejlkilder

- Beam rammer ikke lige i center af target
- Detektorerne står anderledes end antaget
- Target-holderen skygger for data

Geometriske forskydninger

Mulige fejlkilder

- Beam rammer ikke lige i center af target
- Detektorerne står anderledes end antaget
- Target-holderen skygger for data
- Døde strips

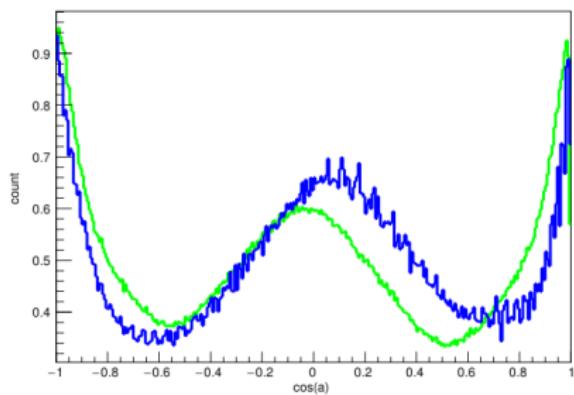
Center forskydning

Center forskydning

- Ryk på hvor beam rammer i effektivitetsudregningen

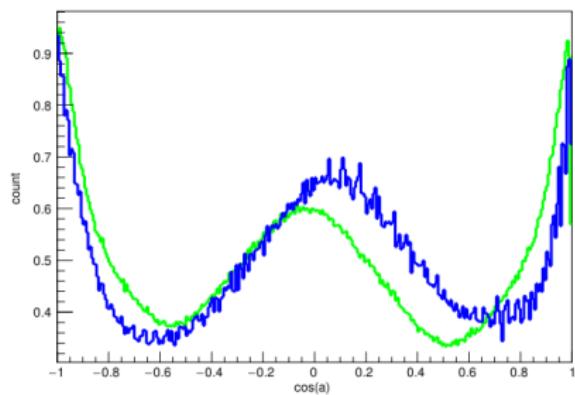
Center forskydning

- Ryk på hvor beam rammer i effektivitetsudregningen
- Se hvad der passer bedst



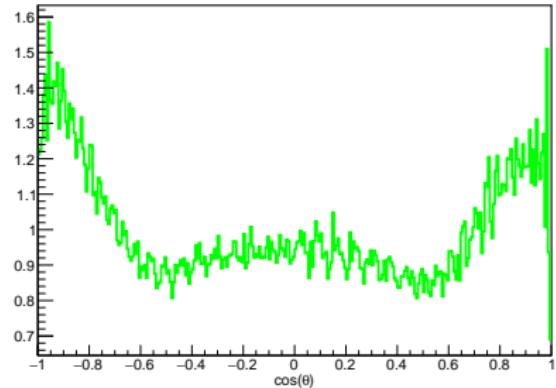
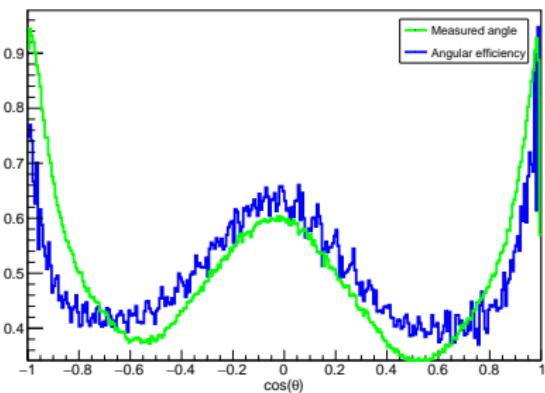
Center forskydning

- Ryk på hvor beam rammer i effektivitetsudregningen
- Se hvad der passer bedst
- Alle 3 dimensioner der kan være forkerte



Center forskydning

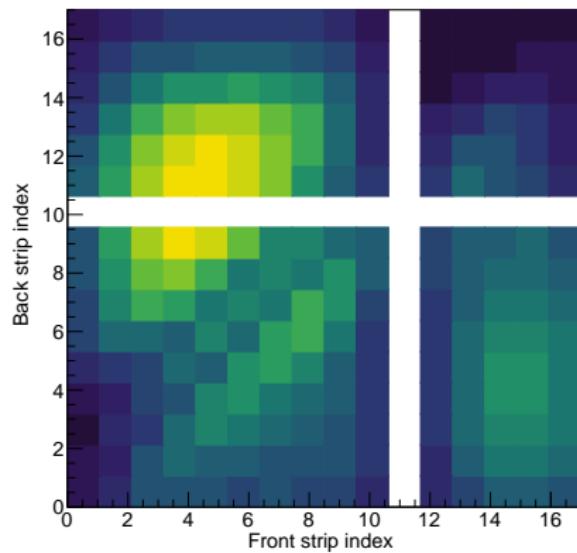
- Ryk på hvor beam rammer i effektivitetsudregningen
- Se hvad der passer bedst
- Alle 3 dimensioner der kan være forkerte
- Bedste match fundet ved at rykke center $(-3, -3, 0)$ (mm)



Døde strips, skygger og placering

Døde strips, skygger og placering

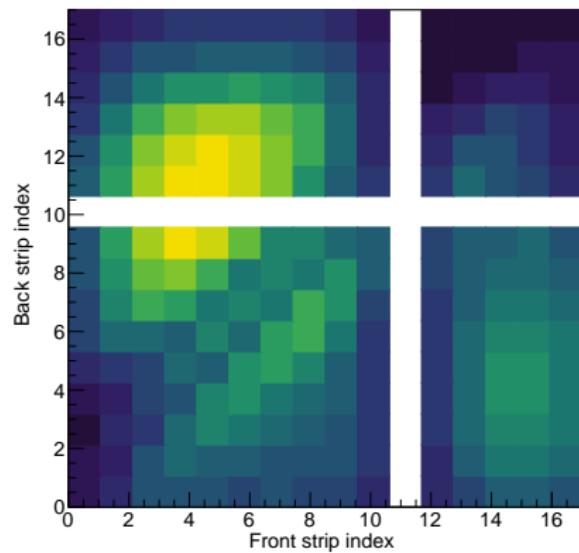
- Targetholderen kaster skygge på øvre og nedre detektor



Data

Døde strips, skygger og placering

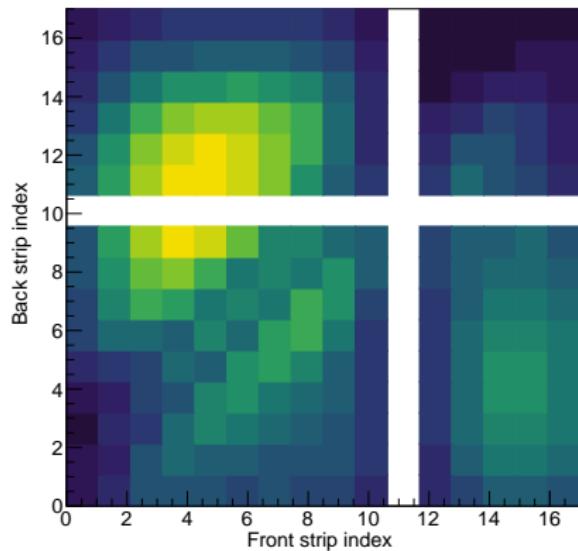
- Targetholderen kaster skygge på øvre og nedre detektor
- Døde strips



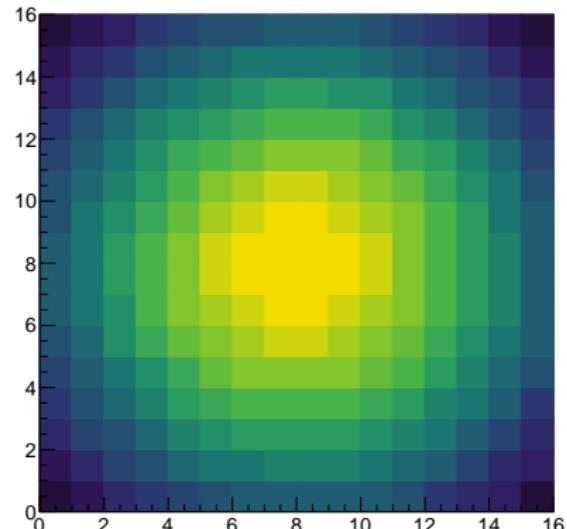
Data

Døde strips, skygger og placering

- Targetholderen kaster skygge på øvre og nedre detektor
- Døde strips
- Koncentration af hits forskellig fra hvad vi forventer



Data



Udregnet effektivitet

Oversigt

1 Introduktion

2 Eksperimentel opsætning

3 Data reduktion

4 Data analyse

5 Konklusion

Konklusion

Konklusion

- Sorteret β -partikler fra α -partikler

Konklusion

- Sorteret β -partikler fra α -partikler
- Måle α -energier med høj præcision i et miljø med mange β -partikler

Konklusion

- Sorteret β -partikler fra α -partikler
- Måle α -energier med høj præcision i et miljø med mange β -partikler
- Sammenligning af excitationsspektrum fra ${}^8\text{Be}$ med høj præcision

Konklusion

- Sorteret β -partikler fra α -partikler
- Måle α -energier med høj præcision i et miljø med mange β -partikler
- Sammenligning af excitationsspektrum fra ${}^8\text{Be}$ med høj præcision
- Klassificerer β -partikler, og deres vinkel fordeling i forhold til to α -partikler

Konklusion

- Sorteret β -partikler fra α -partikler
- Måle α -energier med høj præcision i et miljø med mange β -partikler
- Sammenligning af excitationsspektrum fra ${}^8\text{Be}$ med høj præcision
- Klassificerer β -partikler, og deres vinkel fordeling i forhold til to α -partikler
- Generel tendens mod isotrop α - β vinkelfordeling, dog uden perfekt match