

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

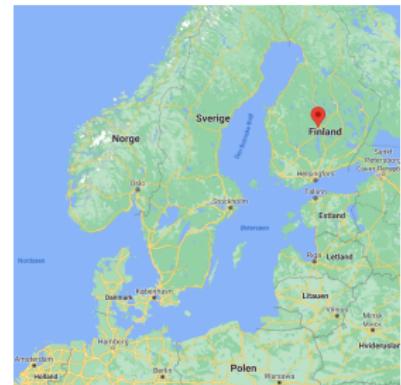
4 Effektivitet af cuts

5 Data analyse

6 Konklusion

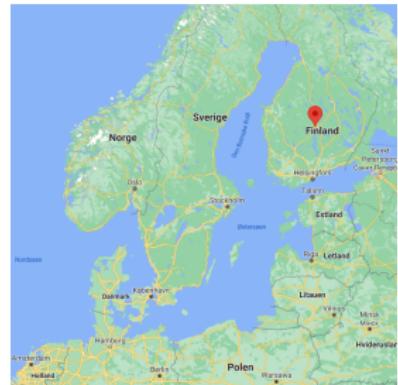
Introduktion

- Data fra IGISOL ved Jyväskylä Universitet i Finland



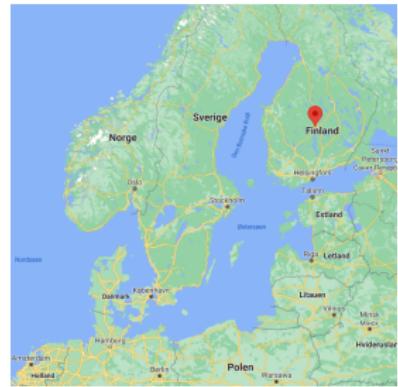
Introduktion

- 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
- ^8Li henfalder ved β -henfald til ^8Be , som spontant henfalder ved α -henfald til to α -kerner



Introduktion

- Data fra IGISOL ved Jyväskylä Universitet i Finland
- Eksperimentet er foretaget i 2020
- Undersøgelse af ^8Li og ^{12}B
- ^8Li henfalder ved β -henfald til ^8Be , som spontant henfalder ved α -henfald til to α -kerner
- ^8Li er god indikator for effektiviteten af setup

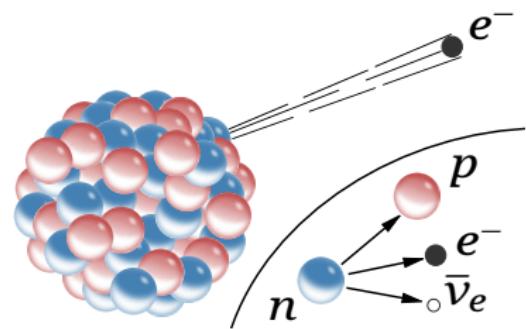
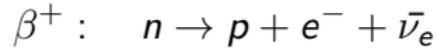
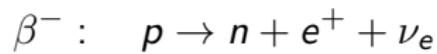


β -henfald

To typer:

β -henfald

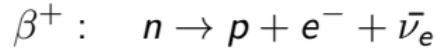
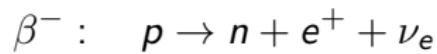
To typer:



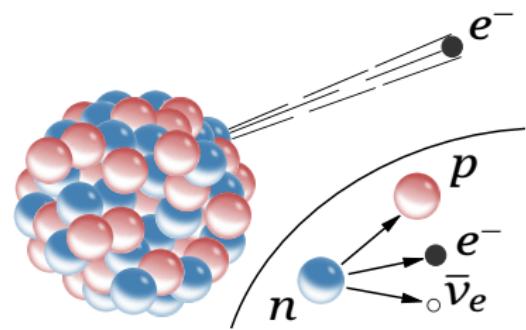
https://en.wikipedia.org/wiki/Beta_decay

β -henfald

To typer:



Forskellige Q-værdier:



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

β -henfald

To typer:

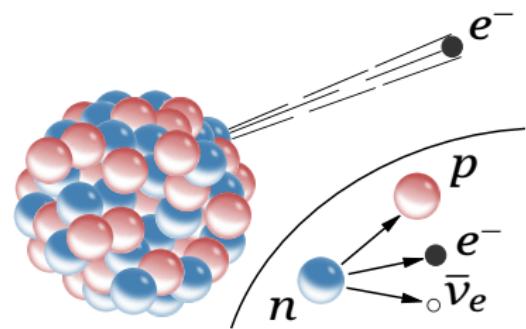
$$\beta^- : p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$$

$$\beta^+ : n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$$

Forskellige Q-værdier:

$$Q_{\beta^+} = [m({}_{Z}^A X) - m({}_{Z-1}^A X') c^2]$$

$$Q_{\beta^-} = [m({}_{Z}^A X) - m({}_{Z+1}^A X') - 2m_e] c^2$$



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

β -henfald

Tilladte overgange:

β -henfald

Tilladte overgange:

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

β -henfald

Tilladte overgange:

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

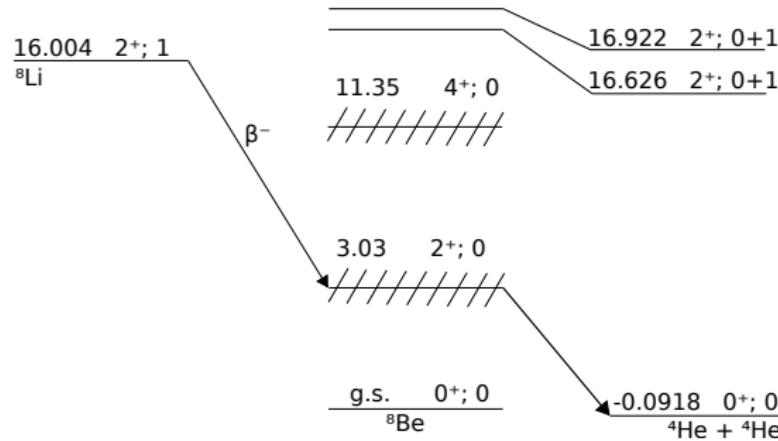
Spin, paritet og isospin: $J^\pi; T$

β -henfald

Tilladte overgange:

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

Spin, paritet og isospin: $J^\pi; T$

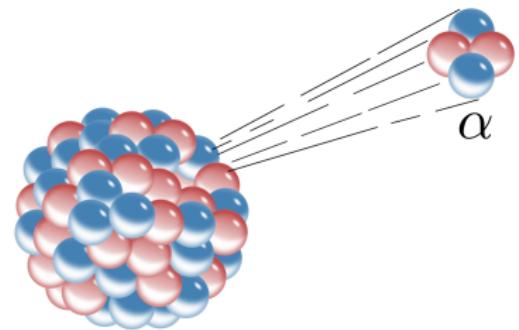


α -henfald

Udsendelsen af α -partikel

Q-værdi:

$$Q_\alpha = [m\left({}^A_Z X\right) - m\left({}^{A-4}_{Z-2} X'\right) - m_\alpha] c^2$$

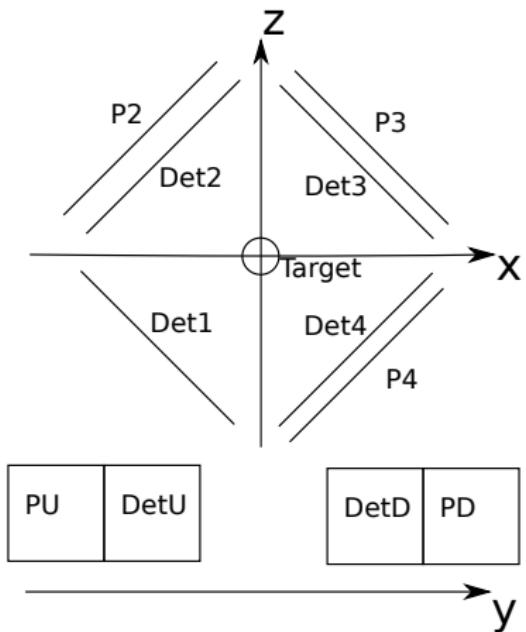


https://en.wikipedia.org/wiki/Alpha_decay

Oversigt

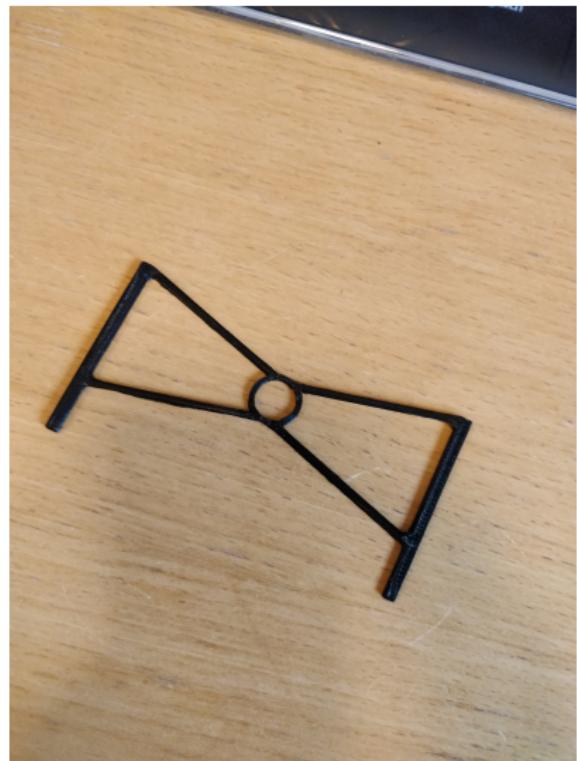
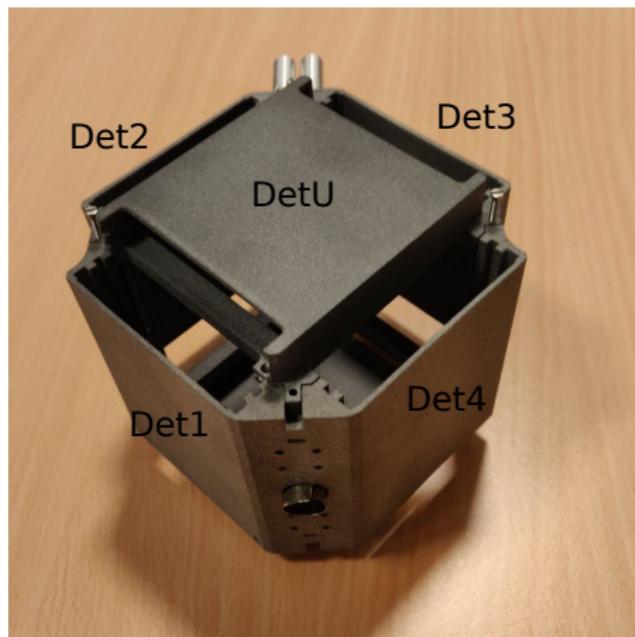
- 1 Introduktion
- 2 Eksperimentel opsætning
- 3 Data reduktion
- 4 Effektivitet af cuts
- 5 Data analyse
- 6 Konklusion

Eksperimentel opsætning

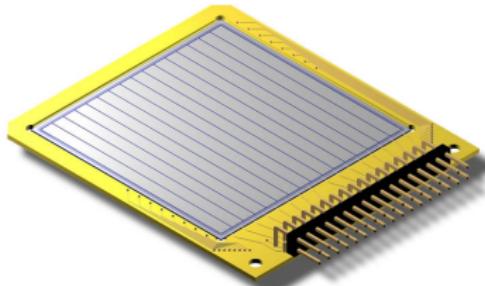


Detektor	Tykkelse [μm]	PAD	Tykkelse [μm]
Det1	67	n/a	n/a
Det2	1002	P2	1036
Det3	65	P3	1497
Det4	60	P4	1490
DetU	60	PU	1498
DetD	1043	PD	1038

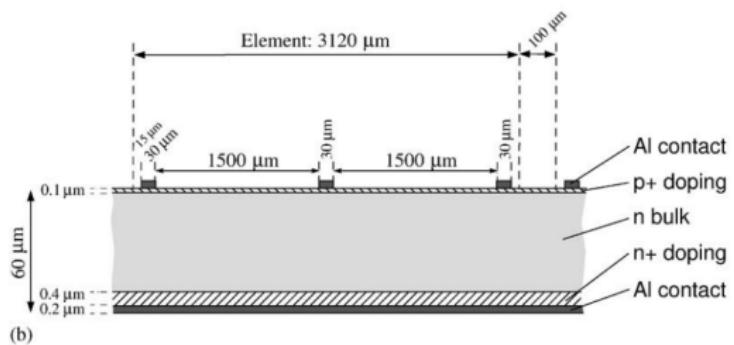
Eksperimentel opsætning



Detektorerne



16×16 strips
256 pixels



Software

Software

- ROOT

Software

- ROOT
 - C++ framework

Software

- ROOT
 - C++ framework
- AUSA

Software

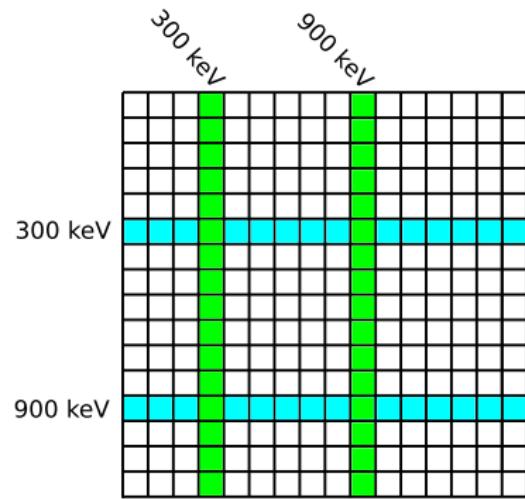
- ROOT
 - C++ framework
- AUSA
 - Unpacker: Rå data til ROOT Tree

Software

- ROOT
 - C++ framework
- AUSA
 - Unpacker: Rå data til ROOT Tree
 - Calibrator: Detektor kalibrering

Software

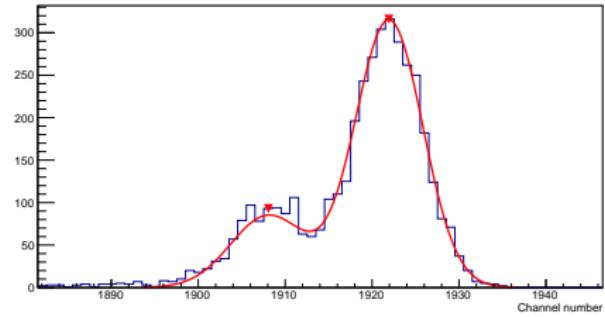
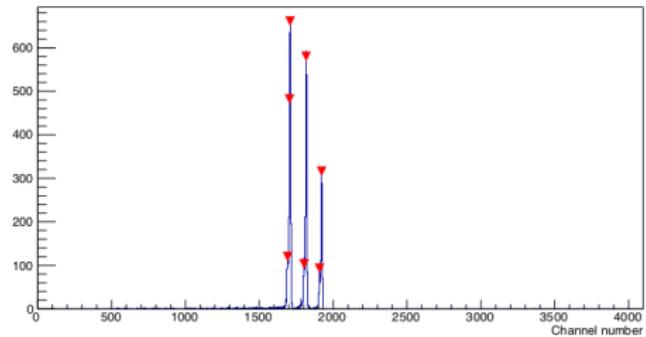
- ROOT
 - C++ framework
- AUSA
 - Unpacker: Rå data til ROOT Tree
 - Calibrator: Detektor kalibrering
 - Sorter: Konvertere strip signaler til pixel hit



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 Effektivitet af cuts

5 Data analyse

6 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 keV - 500 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

Identifier partikler

Identifierer partikler

- Alle hits kan være mulige α -partikler

Identifier partikler

- Alle hits kan være mulige α -partikler
- Hvis et hit rammer PAD $\rightarrow \beta$ -partikel

Identifier partikler

- Alle hits kan være mulige α -partikler
- Hvis et hit rammer PAD $\rightarrow \beta$ -partikel
- Hvis et hit rammer Det2 eller DetD \rightarrow mulig β -partikel

Identifier partikler

- Alle hits kan være mulige α -partikler
- Hvis et hit rammer PAD $\rightarrow \beta$ -partikel
- Hvis et hit rammer Det2 eller DetD \rightarrow mulig β -partikel
- Flere end 2 partikler \rightarrow lavest indbyrdes impuls er α - α par

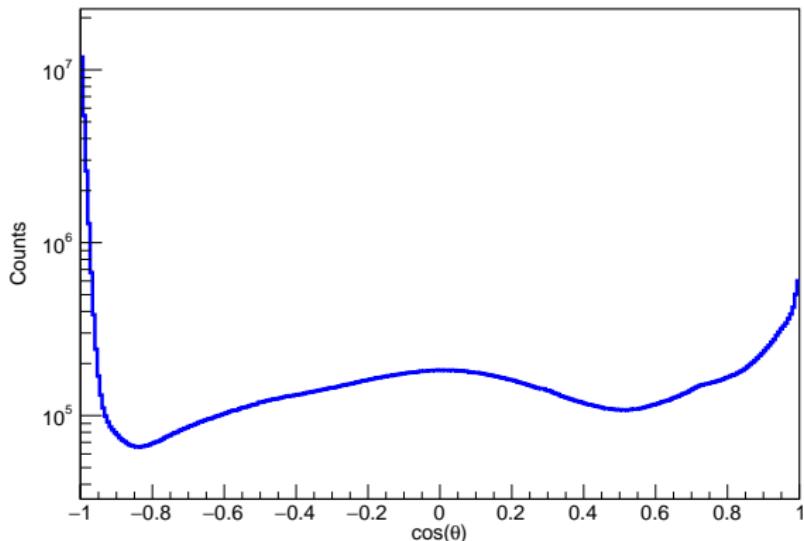
Vinkel cut

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°

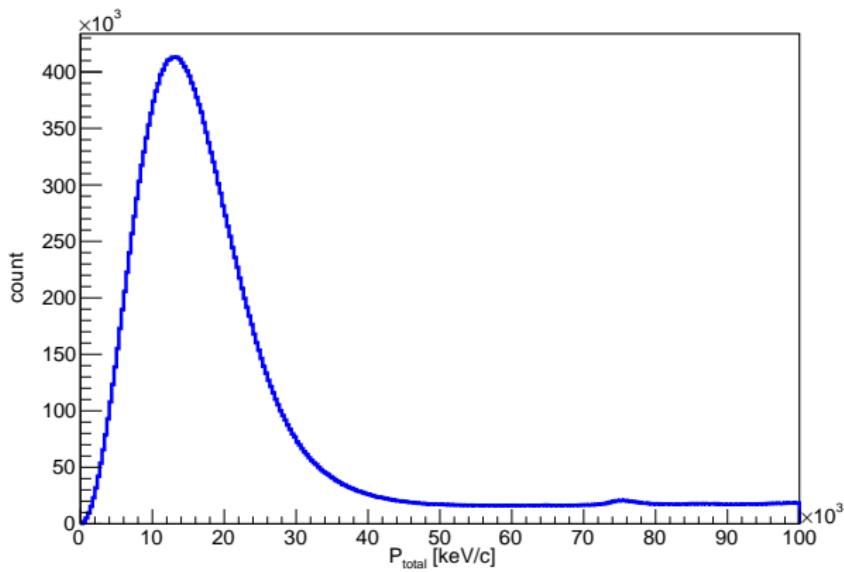


Impuls cut

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

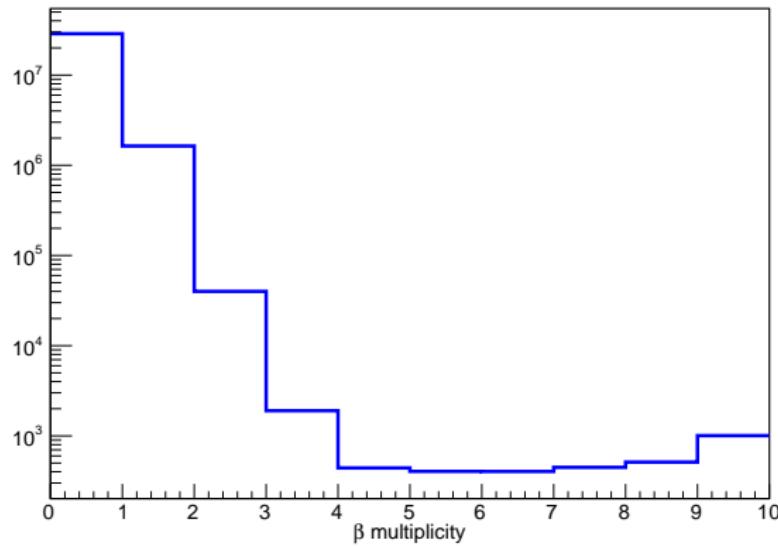


β multiplicitet cut

Kræver mindst én β -partikel

Flere β -partikler kan skyldes spredning af enkelt β

Isotrop vinkelfordeling \rightarrow antal irrelevant

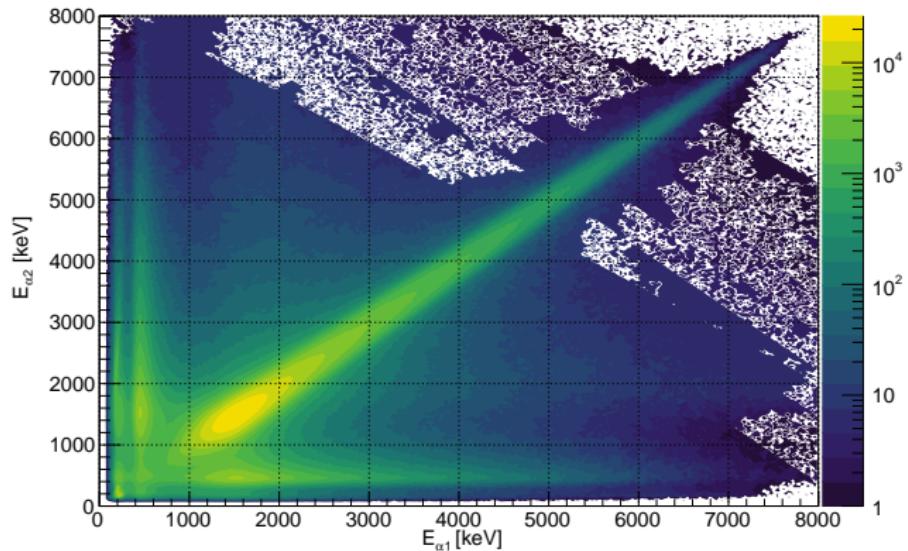


Oversigt

- 1 Introduktion
- 2 Eksperimentel opsætning
- 3 Data reduktion
- 4 Effektivitet af cuts
- 5 Data analyse
- 6 Konklusion

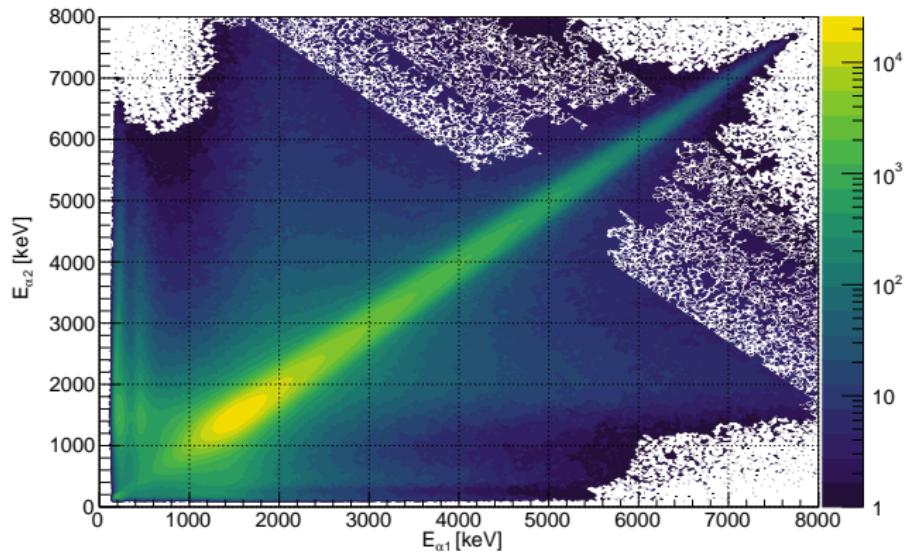
Effekten af cuts

Hvordan ser usorteret data ud?



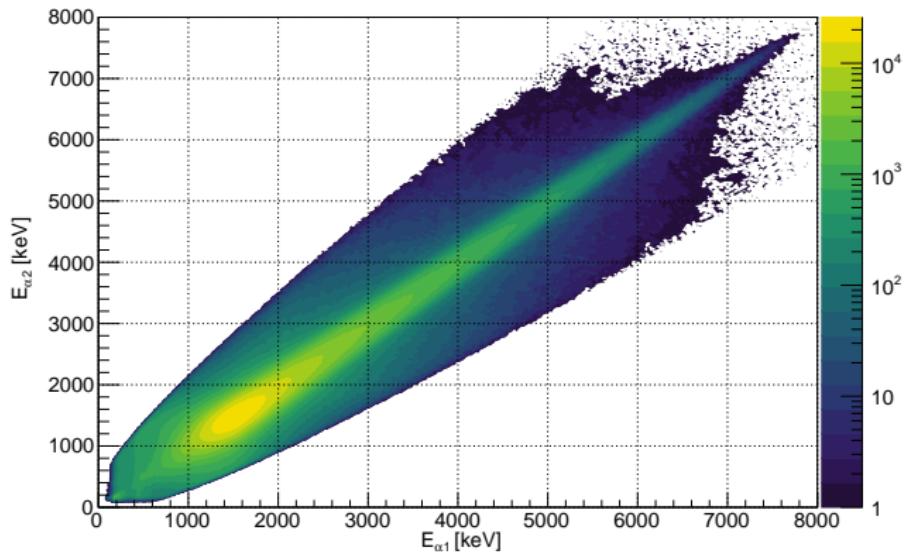
Effekten af vinkel cut

Indbyrdes vinkel på maksimalt 161°



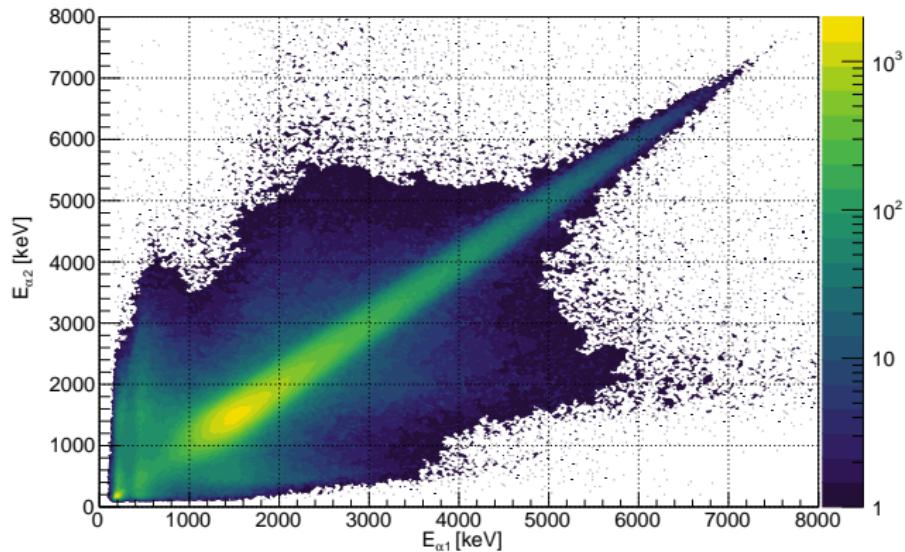
Effekten af impuls cut

Total impuls på maksimalt 40 MeV/c



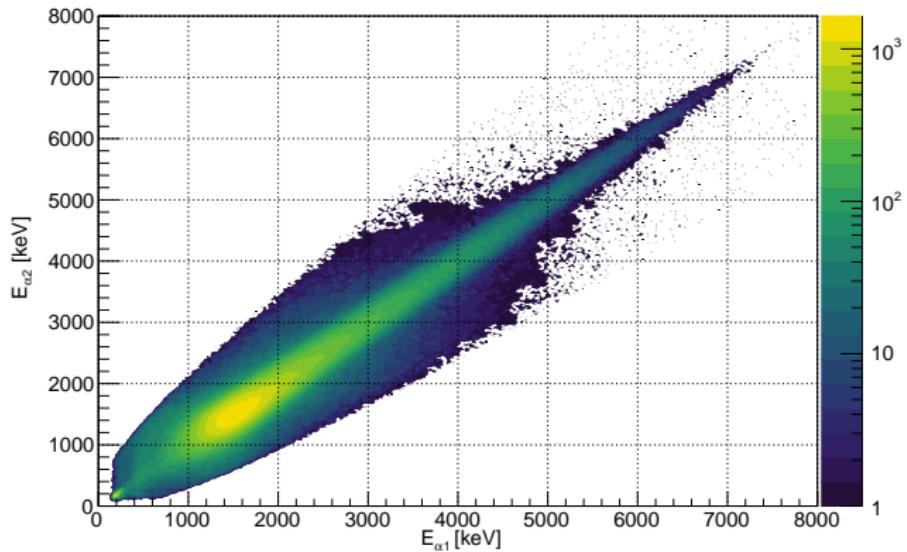
Effekten af β -multiplicitet cut

Minimum 1 β -partikel i et event



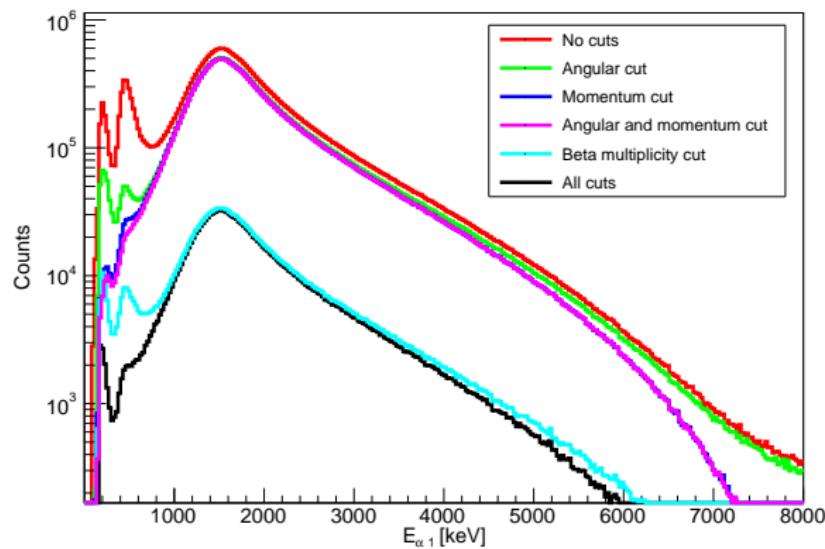
Effekten af alle cuts

Alle cuts



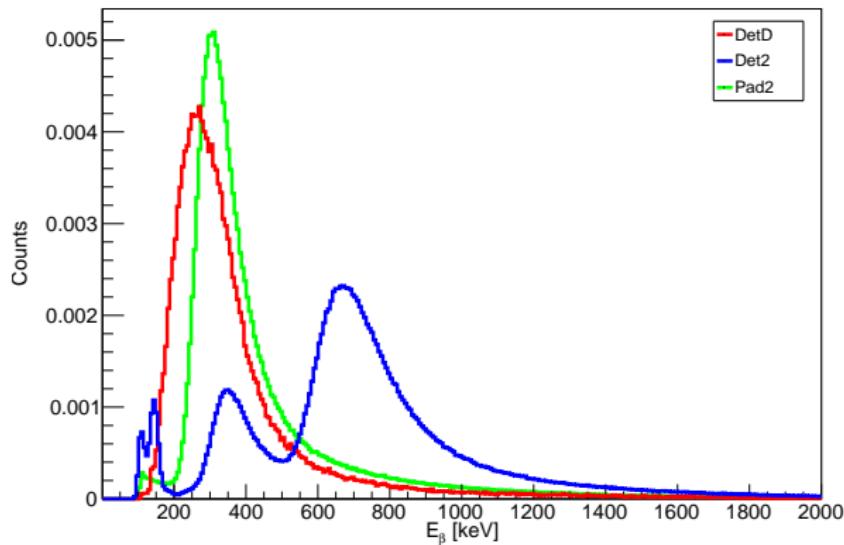
Cut sammenligning

Energi spektrum for enkelt α -partikel



β energi spektrum

Falske β identificeringer?



Oversigt

1 Introduktion

2 Eksperimentel opsætning

3 Data reduktion

4 Effektivitet af cuts

5 Data analyse

6 Konklusion

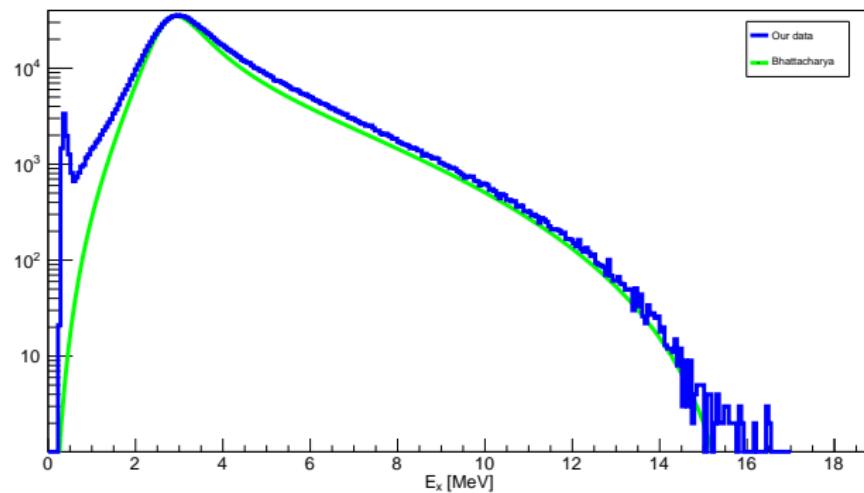
Excitations spektrum for ${}^8\text{Be}$

Energi for summen af to α -partikler

Sammenligning med tidligere målinger

God overensstemmelse for peak

Lav energiniveau divagere meget fra hinanden

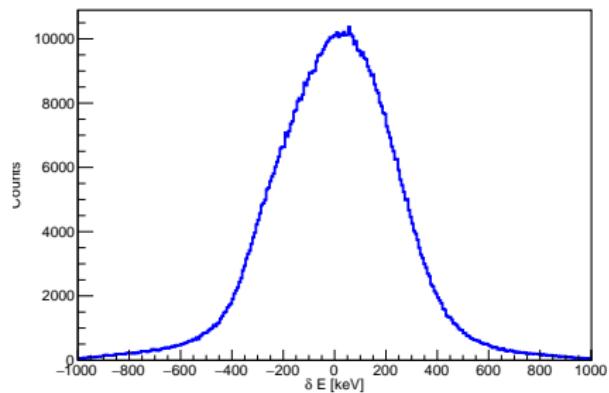
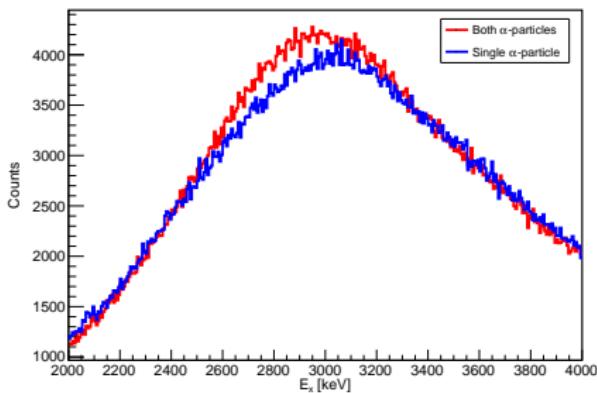


Lepton rekyl - måske skip slide?

Forskelse i energi mellem α_1 og α_2

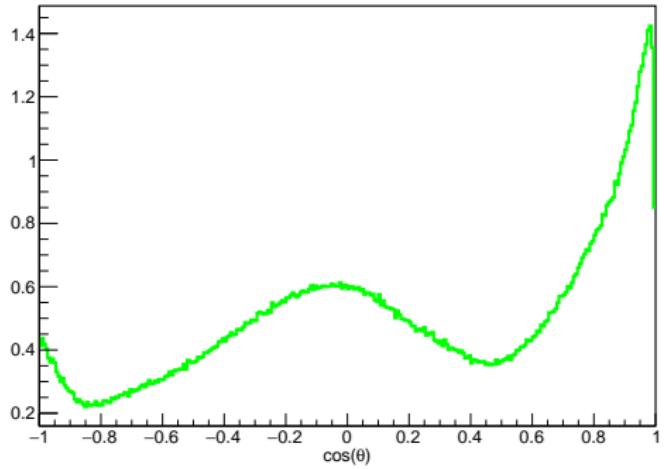
Indflydelse på ^{8}Be peak

Kan ikke undlades, som forslået af tidligere undersøgelser



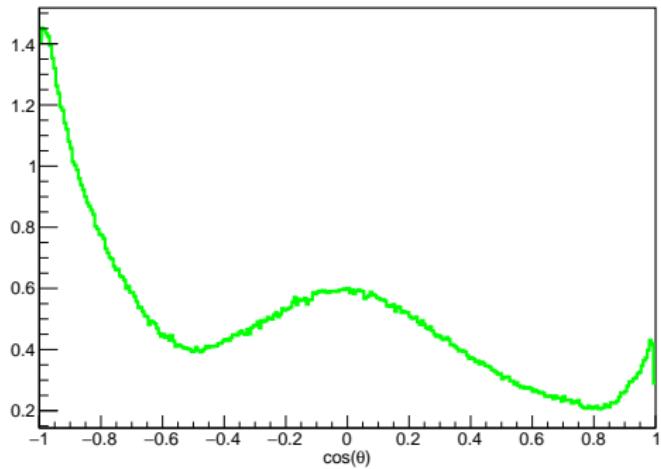
Vinkel korrelationer mellem α og β

- Vinkel mellem α_1 og β



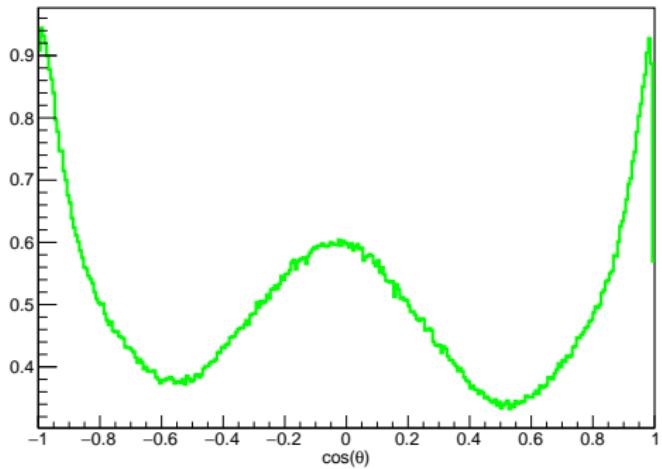
Vinkel korrelationer mellem α og β

- 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

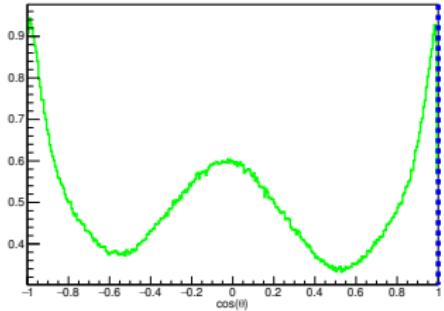
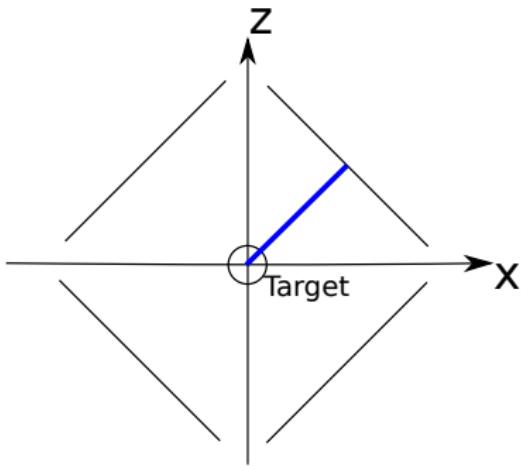


Setup effektivitet

- Setup har større sandsynlighed for at måle nogle individuelle vinkler

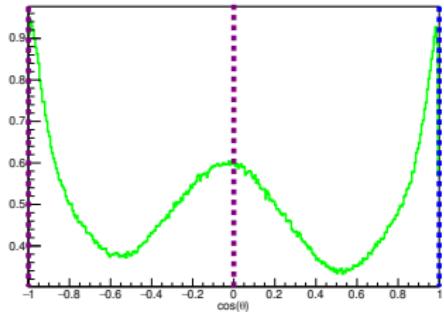
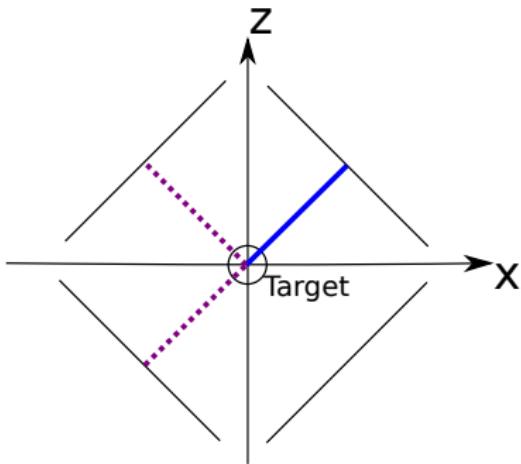
Setup effektivitet

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



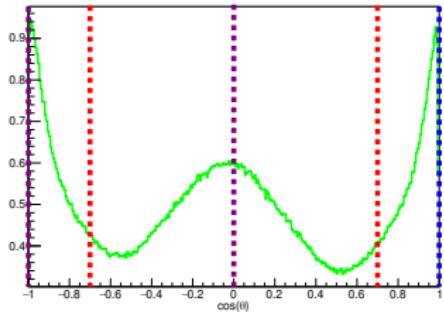
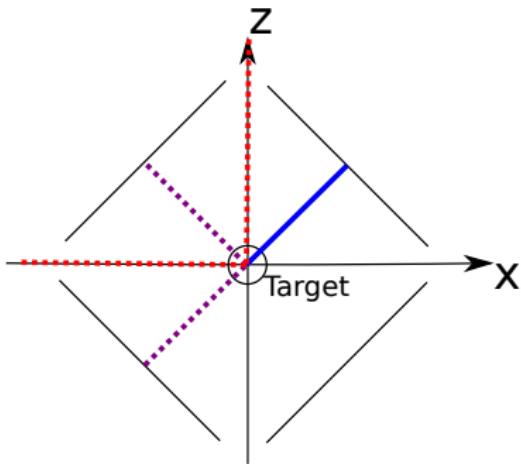
Setup effektivitet

- 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

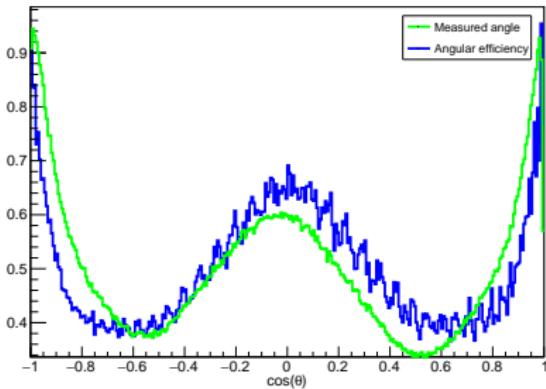
- Udregn den forventede vinkelfordeling

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

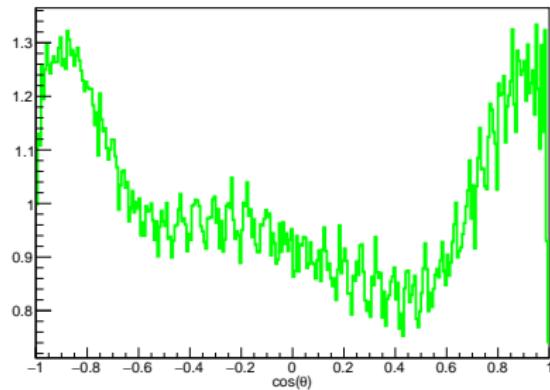
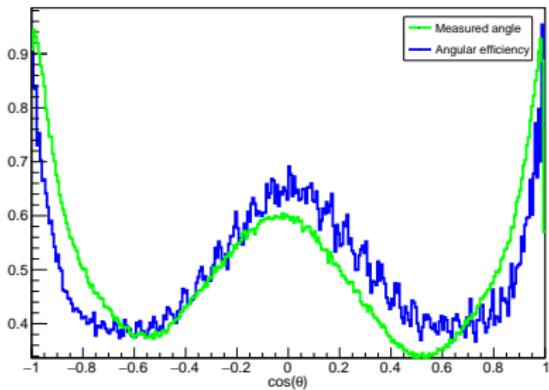
Setup effektivitet

- 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

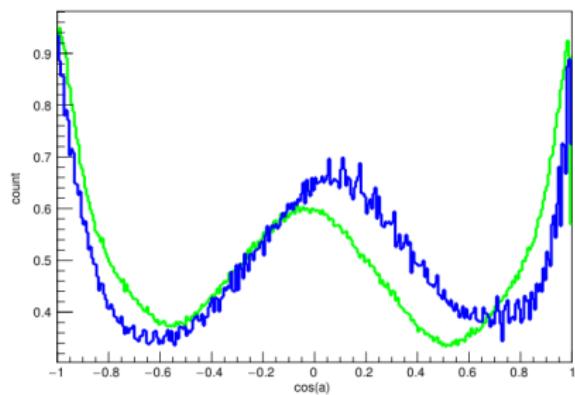
Center forskydning

Center forskydning

- Ryk på hvor beam rammer i effektivitetsudregningen

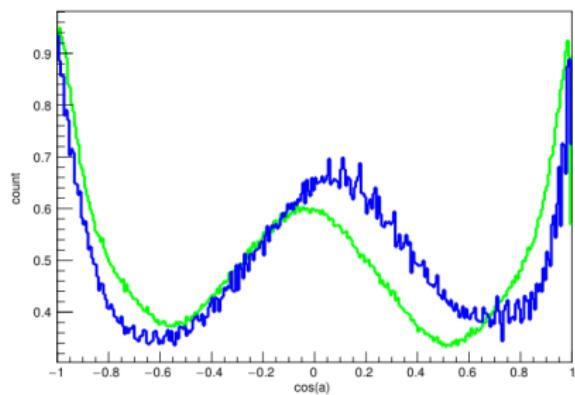
Center forskydning

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



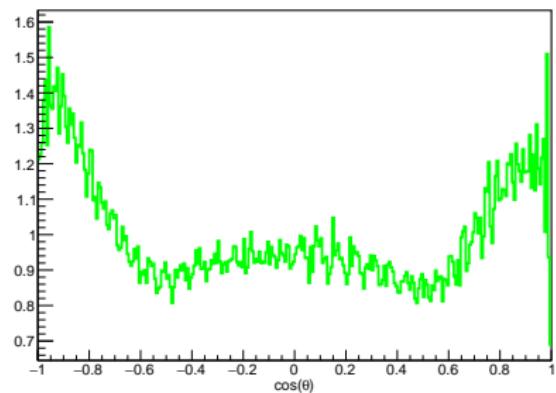
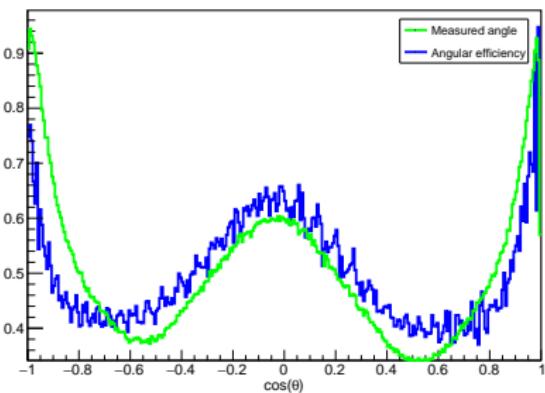
Center forskydning

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



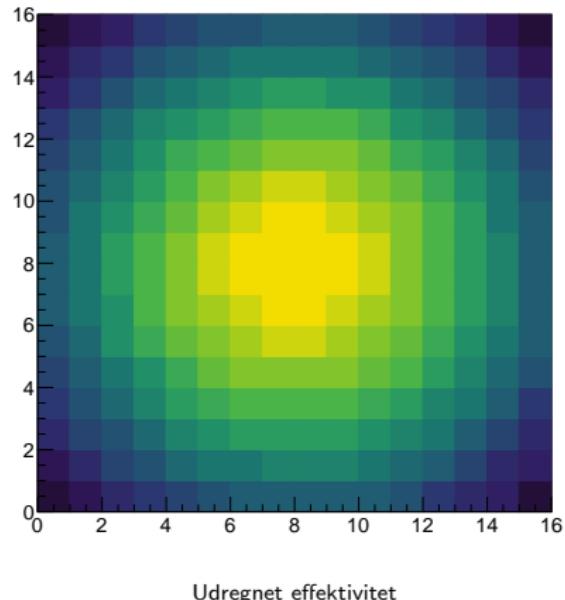
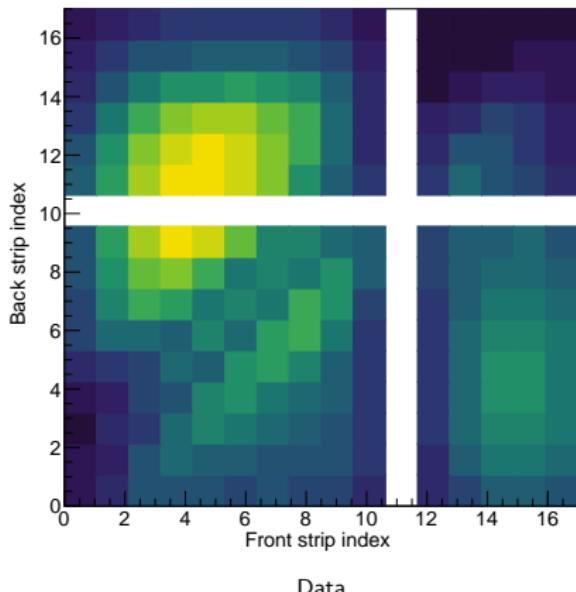
Center forskydning

- 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

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



Oversigt

1 Introduktion

2 Eksperimentel opsætning

3 Data reduktion

4 Effektivitet af cuts

5 Data analyse

6 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