

Downstream Charged Veto(DCV) Detector for
KOTO experiment at J-PARC



HongMin KIM

November 2019

Abstract

중성 케이온의 희소 붕괴 실험에서 전하를 띤 입자들에 의한 배경사상을 제거하기 위해 Downstream Charged Veto(DCV) 검출기를 만들고 J-PARC에서 첫 번째 실험 데이터를 받았다. KOTO 실험 그룹은 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 붕괴 갈래비 측정 실험을 J-PARC에서 하고 있다. 표준모형에서 계산하여 예측한 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 의 붕괴 갈래비는 $(2.8 \pm 0.4) \times 10^{-11}$ 이다. KOTO에서는 2015년까지 얻은 데이터에 의 J-PARC에서

Contents

1	Introduction	4
1.1	KOTO Experiment	4
1.2	Scintillation Detector	4
2	The Design of DCV	5
2.1	Motivation	5
2.2	Scheme of DCV	5
2.2.1	Plastic Scintillator	5
2.2.2	WaveLength Shifting Fiber	5
2.2.3	Light Guide	5
2.3	Multi-Pixel Photon Counters(MPPC)	5
3	Fabrication Process	6
3.1	Fiber Gluing	6
3.2	Evacuation	6
3.3	Wrapping	6
3.4	Attaching the MPPC	6
3.5	Making the Pipes	6
4	Bench Test	7
4.1	Cosmic-Ray Test	7
5	Beam Commissioning	8
5.1	Installation	8
5.2	Energy Calibration	8
5.3	Timing Calibration	8
5.4	Attenuation Length	8
5.5	Stability In Physics Data	8

5.6 Veto Threshold	9
6 Conclusion	10

Chapter 1

Introduction

1.1 KOTO Experiment

KOTO 실험의 목적과 현재까지의 결과

1.2 Scintillation Detector

플라스틱 섬광체의 동작 원리

Chapter 2

The Design of DCV

2.1 Motivation

2.2 Scheme of DCV

2.2.1 Plastic Scintillator

2.2.2 WaveLength Shifting Fiber

2.2.3 Light Guide

2.3 Multi-Pixel Photon Counters(MPPC)

Chapter 3

Fabrication Process

3.1 Fiber Gluing

3.2 Evacuation

3.3 Wrapping

3.4 Attaching the MPPC

3.5 Making the Pipes

Chapter 4

Bench Test

4.1 Cosmic-Ray Test

Cosmic-Ray Test를 실시하기 위한 Trigger System의 구성과 논리도를 보여준다. Cosmic-Ray Test의 결과에서 얻은 DCV의 광자의 개수를 보여준다.

Chapter 5

Beam Commissioning

5.1 Installation

DCV를 KOTO Beam Line에 설치하는 과정과 설치 결과를 보여준다.

5.2 Energy Calibration

총 32개의 MPPC 채널의 Energy Calibration 과정을 설명하고, 결과를 보여준다.

5.3 Timing Calibration

Timing Calibration 과정을 설명하고, 결과를 보여준다. 더불어 Timing Resolution 측정 과정을 설명하고 결과를 보여준다.

5.4 Attenuation Length

Timing Calibration 과정에서 얻은 Attenuation Length 값을 보여준다.

5.5 Stability In Physics Data

Physics Run Data에서 DCV가 어떻게 작동했는지 보여준다.

5.6 Veto Threshold

DCV의 안정성 평가 결과로부터 Veto Threshold를 얼마로 설정하는 것이 적절한지 보여준다.

Chapter 6

Conclusion

좋은 모니터의 필요성