



Doctoral Thesis

Reconstruction of the Muon Tracks in the OPERA Experiment and First Results on the Light Collection in the ArDM Experiment

Author(s):

Lazzaro, Claudia

Publication Date:

2012

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-007582481> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH N° 20551

Reconstruction of the muon tracks in the OPERA
experiment and first results on the light collection
in the ArDM experiment

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

Claudia Lazzaro

MSc Physics, Università degli Studi di Padova

born on April 29 1981 in Dolo (Italy)

citizen of Italy

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. André Rubbia, examiner

Prof. Dr. Günther Dissertori, co-examiner

2012

Abstract

The OPERA Experiment (Oscillation Project with Emulsion tRacking Apparatus) is a long-baseline neutrino oscillation experiment. The goal is the first observation of the ν_τ appearance in a pure ν_μ beam. The beam is produced at CERN and sent to Gran Sasso (CNGS), with a base-line of 730 km, and it is optimized to detect the ν_τ appearance. The ν_τ appearance is proved by the detection of the τ lepton produced in the charged current ν_τ interaction, identifying the different τ decay topologies. The experiment requires a high spatial resolution and a large detector mass, requirements fulfilled using a sandwich of nuclear emulsion films and lead plates.

The neutrino interactions in OPERA are triggered by the electronic detectors composed of scintillator planes, which interleave the target walls consisting of nuclear emulsion/lead bricks, and the magnetic spectrometers placed downstream of the two identical target sector modules, which are equipped with drift tubes. The electronic detector data analysis aims to trigger the neutrino events (and reconstruct the tracks due to charged particles). After the track reconstruction, a Kalman filter is applied to find the origin of the track in the target and to estimate the momentum at the interaction vertex. Focusing on the muon track from ν_μ charged current interactions, a monitoring of the CNGS beam and an estimation of the expected neutrino interactions is possible. In particular, the Kalman procedure is described and the momentum resolution and the track position estimation is investigated in this thesis, including the analysis of the electronic detector data taken during the years 2008, 2009, 2010, reporting the reconstructed muon momentum spectrum. The reconstructed muon momentum spectrum, and its comparison with the MonteCarlo expectation has then been used to estimate the number of the τ decays expected.

Furthermore, a brief overview of the ArDM (Argon Dark Matter) experiment and the analysis of the first calibration run is reported. The calibration run includes some tests using an external ^{22}Na source, which allows to study the collection of the LAr scintillation light in the detector.

Abstract

OPERA (Oscillation Project with Emulsion tRacking Apparatus) e' un esperimento di oscillazione di neutrini. Il suo obiettivo e' l'osservazione della comparsa di un neutrino ν_τ in un fascio di neutrini ν_μ . Il fascio di neutrini ν_μ viene generato al CERN in direzione del Gran Sasso (CNGS). Ha una lunghezza di percorrenza di 730 km, ed e' stato ottimizzato per ottenere la miglior efficienza di rivelazione della comparsa del ν_τ . L'apparizione del ν_τ viene verificata mediante la rivelazione del leptone τ , generato nelle interazioni di neutrino di corrente carica, identificando i differenti decadimenti del leptone. Questo richiede un esperimento con una risoluzione spaziale molto elevata, ed allo stesso tempo, per compensare la piccola sezione d'urto dei neutrini, un rivelatore con una grande massa. Queste opposte condizioni vengono soddisfatte utilizzando piccole unita', i bricks, costituiti da lastre di piombo intervallati da films di emulsioni nucleari.

Le interazioni di neutrino in OPERA sono triggerati da rivelatori elettronici formati da piani di scintillatori che intervallano il bersaglio costituito da muri di bricks, e dagli spettrometri posti dopo ogni modulo del bersaglio, che includono dei tubi a deriva.

L'analisi dei dati ottenuti con i rivelatori elettronici permette di selezionare le interazioni di neutrino interne ad OPERA, e ricostruire gli eventi (le tracce dovute a particelle cariche). Sulle tracce ricostruite viene poi applicato un Kalman filter, che permette di avere una stima della posizione di inizio della traccia, che determina il punto di interazione del neutrino, e inoltre una stima del momento della particella in questo punto. Concentrando l'analisi sulle tracce muoniche, e' possibile ottenere un controllo del fascio CNGS, e una stima degli eventi attesi nel rivelatore. In questa tesi il Kalman filter, la risoluzione del momento e la stima della posizione della traccia vengono discussi, includendo l'analisi dei dati del 2008, 2009 e 2010 e la ricostruzione dello spettro del momento delle tracce muoniche ricostruite. Lo spettro del momento delle tracce muoniche ricostruite, e il suo confronto con le stime MonteCarlo sono stati poi utilizzati per ottenere una stima del numero di neutrini tau attesi.

Inoltre una breve introduzione dell'esperimento ArDM (Argon Dark Matter), e dell'analisi della prima presa dati, di calibrazione, vengono discusse nell'ultima parte della tesi. La presa dati di calibrazione include l'uso di una sorgente di raggi gamma (NaI) posizionata esternamente al rivelatore, dalla cui analisi dati e' stato possibile avere una stima della capacita' di rivelazione della luce in ArDM.