

Design of the light readout for the ArDM experiment

Doctoral Thesis

Author(s):

Chandrasekharan, Rico S.

Publication date:

2007

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005349708>

Rights / license:

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

DISS. ETH NO. 16985

Design of the Light Readout for the ArDM Experiment

A dissertation submitted to

ETH Zurich

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

Rico S. Chandrasekharan

Dipl. Phys. ETH

born 24.04.1977

citizen of Basel, BS

Switzerland

accepted on recommendation of

Prof. André Rubbia, examiner

Prof. Felicitas Pauss, co-examiner

2007

Abstract

Performance studies of a ton scale liquid argon (LAr) dark matter detector (ArDM) are presented in this thesis. The detector is designed for a direct search for weakly interacting massive particles (WIMPs), candidate particles for cold dark matter. WIMP detection rates and argon recoil spectra for elastic collisions are computed, based on models for dark halo structure and WIMP-nucleon interaction, both of which are described. A review of the physical processes specific to argon as a detection medium is presented. The detector's response to such signals is estimated. The R&D efforts to design the LAr scintillation light read-out system for this detector are described. Experimental work specific to the collection and detection of argon's vacuum ultraviolet (VUV) scintillation light includes the measurement of the quantum efficiency of avalanche photodiodes for VUV light. Systematic tests of wavelength-shifters and reflector materials lead to the design of a light collection system for the ArDM experiment.

Zusammenfassung

Die Leistungsmerkmale eines Flüssigargon (LAr) basierten Detektors (ArDM) der Größenordnung einer Tonne werden in dieser Dissertation präsentiert. Der Detektor ist für die direkte Suche nach schwach wechselwirkender massiver Teilchen (WIMPs), möglichen Kandidaten für kalte dunkle Materie, konzipiert. WIMP Nachweisraten und Argon Kernrückstossspektren für elastische Stöße werden berechnet, basierend auf Modellen der dunklen Halostruktur und der WIMP-Nukleon Wechselwirkung; beide dieser Modelle werden beschrieben. Ein Überblick der physikalischen Prozesse, die für das Detektionsmedium LAr relevant sind, wird gegeben. Das Ansprechen des Detektors auf solche Signale wird beschrieben. Experimentelle Arbeiten, die sich auf das Sammeln und Nachweisen vom Argon Szintillationslicht im Vakuumultraviolettbereich (VUV) beziehen, beinhalten die Messung der Quanteneffizienz von Avalanche-Fotodioden für VUV Licht. Systematische Vergleiche von Wellenlängenschieber und Spiegelmaterialien führen zur Ausgestaltung eines Lichtsammlungssystems für das ArDM Experiment.