



Contribution ID: 4

Type: Poster & Mini-talk

The first neutrino mass measurement of HOLMES experiment

Monday, 23 June 2025 17:07 (7 minutes)

The determination of the absolute neutrino mass scale remains a fundamental open question in particle physics, with profound implications for both the Standard Model and cosmology. The only model-independent method for measuring the neutrino mass relies on the kinematic analysis of beta decay or electron capture (EC) decay, assuming only momentum and energy conservation. Embedding the radioactive source inside the detector ensures that all the energy is measured except the fraction carried away by the neutrino, minimizing the systematic uncertainties. Such calorimetric approach is chosen by the HOLMES experiment.

The HOLMES experiment focuses on the electron capture decay of ^{163}Ho , which has a low Q-value (2.863 keV) and a relatively short half-life ($T_{1/2} \sim 4570$ years), making it ideal for high-resolution calorimetric measurements. HOLMES uses an array of ion-implanted transition-edge sensor (TES) microcalorimeters, achieving an average energy resolution of 6 eV FWHM and a time resolution of $1.5 \mu\text{s}$. These superconducting devices operate in the transition between resistive and superconducting states at temperatures around 100 mK. Each TES is coupled to an implanted gold absorber containing ^{163}Ho . When an interaction occurs, the resulting temperature rise is proportional to the deposited energy. The experiment utilizes a microwave SQUID Multiplexing (μMUX) readout system, allowing multiple detectors to be monitored with minimal cabling.

Over two months, we collected 7×10^7 decay events, setting a Bayesian upper bound on the effective electron neutrino mass of $m_\beta < 27 \text{ eV}/c^2$ at 90% CI. These results validate the feasibility of ^{163}Ho calorimetry for next-generation neutrino mass experiments and demonstrate the potential of a scalable TES-based microcalorimetric technique to push the sensitivity of direct neutrino mass measurements beyond the current state of the art. The scalability of this approach paves the way for larger arrays with higher single pixel activities thus increasing the recorded statistics and ultimately enabling sub-eV sensitivity in future experiments.

Primary authors: Dr GAMBÀ, Sara (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr CATTANEO, Alessandro (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr AHRENS, Felix (Fondazione Bruno Kessler (FBK), Povo (TN), Italy; Trento Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA), INFN, Trento, Italy); Dr ALPERT, Bradley (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr BALATA, Marco (Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), INFN, Assergi (AQ), Italy); Dr BECKER, Daniel (University of Colorado, Boulder, Colorado, USA); Dr BENNETT, Douglas (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr BEVILACQUA, Adriano (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Genova, Genova, Italy); Dr BOGONI, Enrico (Fondazione Bruno Kessler (FBK), Povo (TN), Italy; Trento Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA), INFN, Trento, Italy); Dr BORGHESI, Matteo (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr CAMPANA, Pietro (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr CAROBENE, Rodolfo (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN),

Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr CERUTI, Giancarlo (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr CIAN, Alessandro (Fondazione Bruno Kessler (FBK), Povo (TN), Italy; Trento Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA), INFN, Trento, Italy); Dr CRESCINI, Nicolò (Fondazione Bruno Kessler (FBK), Povo (TN), Italy; Trento Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA), INFN, Trento, Italy); Dr DE GERONE, Matteo (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Genova, Genova, Italy); Dr FAVERZANI, Marco (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr FERRARI BARUSSO, Lorenzo (Dipartimento di Fisica, Università di Genova, Genova, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Genova, Genova, Italy); Dr FERRI, Elena (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr FOWLER, Joseph (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr GALLUCCI, Giovanni (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Genova, Genova, Italy); Dr GARD, John (University of Colorado, Boulder, Colorado, USA); Dr GARRONE, Hobey (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), Torino, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Torino, Torino, Italy); Dr GATTI, Flavio (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Genova, Genova, Italy; Dipartimento di Fisica, Università di Genova, Genova, Italy); Dr GIACHERO, Andrea (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr GOBBO, Marco (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr HILTON, Gene (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr IRACE, Alessandro (Fondazione Bruno Kessler (FBK), Povo (TN), Italy; Trento Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA), INFN, Trento, Italy); Dr KÖSTER, Ulli (Institut Laue-Langevin (ILL), Grenoble, France); Dr LABRANCA, Danilo (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr LUSIGNOLI, Maurizio (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Roma 1, Roma, Italy; Dipartimento di Fisica, Sapienza, Università di Roma, Roma, Italy); Dr MALNATI, Federico (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), Torino, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Torino, Torino, Italy); Dr MANFRINETTI, Pietro (Dipartimento di Chimica, Università di Genova, Genova, Italy); Dr MANTEGAZZINI, Federica (Fondazione Bruno Kessler (FBK), Povo (TN), Italy; Trento Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA), INFN, Trento, Italy); Dr MARGESIN, Benno (Fondazione Bruno Kessler (FBK), Povo (TN), Italy; Trento Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA), INFN, Trento, Italy); Dr MATES, John (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr MAUGERI, Emilio (Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen, Switzerland); Dr MONTICONE, Eugenio (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), Torino, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Torino, Torino, Italy); Dr MORETTI, Roberto (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr NISI, Stefano (Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), INFN, Assergi (AQ), Italy); Dr NUCCIOTTI, Angelo (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr ORIGO, Luca (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr PARODI, Luigi (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Genova, Genova, Italy); Dr PESSINA, Gianluigi (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr RAGAZZI, Stefano (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy); Dr RAJTERI, Mauro (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), Torino, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Torino, Torino, Italy); Dr REINTSEMA, Carl (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr SCHMIDT, Dan (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr SICCARDI, Fabio (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Genova, Genova, Italy); Dr SWETZ, Daniel (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr TALIP, Zeynep (Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen, Switzerland); Dr ULLOM, Joel (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA); Dr VALE, Leila (National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, USA)

Presenter: Dr GAMBA, Sara (Dipartimento di Fisica, Università di Milano-Bicocca, Milano, Italy; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Milano-Bicocca, Milano, Italy)

Session Classification: Mini-talk