

Поиск резонансного поглощения солнечных аксионов испускаемых в M1-переходе ядра ^{169}Tm

Thursday 3 July 2025 17:00 (20 minutes)

Гипотеза о существовании аксиона изначально возникла как попытка разрешить вопрос о CP-несохранении в сильных взаимодействиях с помощью добавления к Стандартной Модели дополнительной глобальной симметрии (т. н. симметрии Печчеи-Квинн), спонтанное нарушение которой и должно приводить к возникновению новой частицы. Теоретические модели аксионов описывают их взаимодействие с веществом в терминах эффективных констант связи, которые, как и масса аксиона m_A , оказываются обратно пропорциональны энергетическому масштабу нарушения дополнительной симметрии f_A . Изначальные предположения, что нарушение симметрии П-К происходит на электрослабом масштабе были быстро проверены экспериментально, что привело к закрытию гипотезы «стандартного» аксиона. Тем не менее, возникли модифицированные модели, в которых снималось ограничение на величину f_A , с увеличением которой подавляется взаимодействие аксиона с веществом и уменьшается его масса. Такой «невидимый» аксион стал выгодным кандидатом на роль частиц тёмной материи, что дополнительно усилило интерес к его экспериментальному обнаружению.

В последнюю декаду активно разрабатываются и проводятся различные эксперименты по поиску аксиона. Среди них в отдельную категорию можно выделить установки нацеленные именно на обнаружение аксионов солнечного происхождения, поскольку в недрах звёзд (и в частности Солнца) они должны интенсивно образовываться в результате ряда предполагаемых механизмов генерации (эффект Примакова, излучение аксиона в ядерных переходах магнитного типа или в качестве тормозного излучения).

В данной работе был проведён поиск аксионов образующихся на Солнце в результате термального возбуждения первого возбуждённого уровня ядра ^{169}Tm (8.41 кэВ) с помощью резонансного поглощения ядрами ^{169}Tm в наземной установке.

Измерения производились с помощью криогенного болометрического детектора на основе тулий-содержащего граната $\text{Tm}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ в течение 3.6 суток. В результате было получено ограничение на массу аксиона $m_A^{KSVZ} < 141$ эВ и $m_A^{DFSZ} < 244$ эВ в рамках соответствующих теоретических моделей (1). Внесение тулия во внутренний объём детектора позволило существенно повысить чувствительность экспериментальной установки к аксионным параметрам, по сравнению с проведёнными ранее экспериментами в классической компоновке «мишень-детектор».

1. A. V. Derbin, I. S. Drachnev, V. N. Muratova et al., *JETP Lett.*, 118, p. 160, (2023)

Primary author: УНЖАКОВ, Евгений (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ)

Co-authors: ДЕРБИН, Александр (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ); МУРАТОВА, Валентина (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ); СЕМЕНОВ, Дмитрий (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ); ДРАЧНЕВ, Илья (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ); ТРУШИН, Максим (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ); НИЯЗОВА, Нелли (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ)

Presenter: УНЖАКОВ, Евгений (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ)

Session Classification: 5. Physics of neutrino and nuclear astrophysics

Track Classification: Section 5. Physics of neutrino and nuclear astrophysics.