

Searches for neutrinoless double beta decay, the observation of which would imply total lepton number violation and would show that neutrinos are Majorana particles require excellent energy resolution to eliminate background events that occur at energies similar to the Q-value of the decay ($Q_{\beta\beta}$). The Neutrino Experiment with a Xenon Time projection chamber (TPC), in short NEXT, collaboration intends to search for this decay by using 100 kg of xenon enriched to 90% in the candidate isotope ^{136}Xe ($Q_{\beta\beta} = 2457.8$ keV). In recent years, NEXT collaboration has developed and operated several gaseous xenon TPCs, including kg- scale detectors at Lawrence Berkeley National Lab (LBNL) and at Instituto de Fisica Corpuscular (IFIC) and more recently the 5 kg-scale NEXT-White at the Laboratorio Subterraneo de Canfranc (LSC) in the Pyrenees.

The detector NEXT-White (named after our late mentor and friend Prof. James White) is an electroluminescent (EL) TPC filled with xenon gas and equipped with photosensors to detect the UV light emitted in interactions occurring within the active volume. Charged particles deposit energy within the drift region, producing a track of ionized and excited xenon atoms. The UV light emitted in the relaxation of the excited xenon atoms, called primary scintillation or S1, is detected immediately and the ionized electrons are drifted toward a readout plane consisting of a narrow region of high electric field, the EL gap. In passing through the EL gap, the electrons are accelerated to energies high enough to further



La búsqueda de la desintegración doble beta sin neutrinos, cuya observación implicaría una violación total del número de leptones y mostrarían que los neutrinos son partículas de Majorana, requiere excelente resolución energética para eliminar eventos de fondo en energías similares a la desintegración ($Q_{\beta\beta}$). La colaboración del Experimento de Neutrinos con una cámara de proyección Temporal (TPC) de Xenón (NEXT) busca esta desintegración mediante el uso de 100 kg de xenón enriquecido al 90% en el isótopo candidato ^{136}Xe ($Q_{\beta\beta} = 2457.8$ keV). En los últimos años, la colaboración NEXT ha desarrollado y operado varias TPC de xenón gaseoso, incluidos los detectores a escala de kg en Lawrence Berkeley National Lab (LBNL) y en el Instituto de Fisica Corpuscular (IFIC) y más recientemente el detector NEXT-White en la escala de 5 kg en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) en el Pirineo.

El detector NEXT-White (en honor a nuestro mentor y amigo Prof. James White) es una TPC electroluminiscente (EL) llena de gas xenón y equipada con sensores para detectar la luz UV emitida en las interacciones que ocurren dentro del volumen activo. Las partículas cargadas depositan energía dentro de la región de deriva del campo eléctrico, produciendo una traza de átomos de xenón ionizados y excitados. La luz UV emitida en la relajación de los átomos de xenón excitados, llamada centelleo primario o S1, se detecta de inmediato y los electrones ionizados se derivan hacia un plano de lectura que consiste en una región estrecha de alto campo eléctrico, la banda EL, donde se aceleran a energías lo suficientemente altas como para excitar aún más, pero no ionizar, los átomos del gas xenón, con la producción de fotones de centelleo secundario (S2) proporcional. Este proceso de amplificación, la electroluminiscencia, permite ganancias del orden de mil fotones por electrón con fluctuaciones más bajas que la ganancia de avalancha. Además, el tiempo transcurrido entre la observación de S1 y la llegada de S2 se puede utilizar para determinar la coordenada axial (z) en la que tuvo lugar la interacción.

En el detector NEXT-White, el centelleo primario (S1) y secundario (S2) se detecta mediante 12 tubos fotomultiplicadores (PMTs) Hamamatsu R11410-10, llamados plano de energía, colocados

excite, but not ionize, the atoms of the xenon gas, leading to the production of an amount of secondary scintillation photons (S2) proportional to the number of electrons traversing the gap.

This amplification process, electroluminescence, allows for gains on the order of thousand photons per electron with lower fluctuations than by avalanche gain. In addition, the time elapsed between the observation of S1 and the arrival of S2 can be used to determine the axial (z) coordinate at which the interaction took place.

In NEXT-White detector the primary (S1) and secondary (S2) scintillation are detected by an array of 12 Hamamatsu R11410-10 photomultiplier tubes (PMTs), called the energy plane, placed 130mm from a transparent wire mesh cathode held at negative high voltage. An electric field is established in the drift region defined by the cathode and another transparent mesh (the gate) located about 53 cm away. The EL region is defined by the mesh and a grounded quartz plate coated with indium tin oxide (ITO), placed 6mm behind it. A grid (10mm pitch) of 1792 SensL series-C silicon photomultipliers (SiPMs) is located behind the EL gap and measures the S2 scintillation, providing precise information on where the EL light was produced in xy. The active volume is shielded by an 60mm thick ultra- pure inner copper shell, and the sensor planes are mounted on pure copper plates of thickness 120mm. The sensor planes and active volume are enclosed in a pressure vessel constructed from the titanium- stabilized stainless-steel alloy 316Ti. The vessel sits on top of a seismic table, and a lead shield that can be mechanically opened and closed surrounds the vessel. The vessel is connected to a gas system through which the xenon gas is continuously purified via the use of a hot getter. The entire experimental area, including gas system, electronics, pressure vessel, and seismic table, are stationed on an elevated tramex platform at LSC.

In 2021, the NEXT detector collaboration completed the scientific exploitation of the NEXT-White detector by taking data with a) xenon enriched in ^{136}Xe and b) xenon depleted in the same isotope. The collaboration has obtained a significant measurement of the two-neutrino



a 130 mm de un cátodo de malla de alambre transparente sostenido en negativo alto voltaje. Se establece un campo eléctrico en la región de deriva definida por el cátodo y otra malla transparente (la puerta) ubicada a unos 53 cm de distancia. La región EL está definida por la malla y una placa de cuarzo con conexión a tierra recubierta con óxido de indio y estaño (ITO), colocada 6 mm detrás de ella. Una rejilla (paso de 10 mm) de 1792 fotomultiplicadores de silicio (SiPM) serie- C SensL se encuentra detrás del espacio EL y mide el centelleo S2, proporcionando información precisa sobre dónde se produjo la luz EL en xy. El volumen activo está protegido por una carcasa de cobre interno ultra puro de 60 mm de espesor, y los planos del sensor están montados en placas de cobre puro de 120 mm de espesor. Los planos del sensor y el volumen activo están encerrados en un recipiente a presión construido con la aleación de acero inoxidable al titanio. El recipiente encima de una mesa sísmica está rodeado por un escudo de plomo que se puede abrir y cerrar mecánicamente y conectado a un sistema de gas a través del cual el gas xenón se purifica continuamente. Toda el área experimental, incluido el sistema de gas, la electrónica, el recipiente a presión y la mesa sísmica, están estacionados en una plataforma elevada de tramex en el LSC.

En 2021, la colaboración NEXT completó la explotación científica del detector NEXT- White con la toma de datos con a) xenón enriquecido en ^{136}Xe y b) xenón empobrecido en el mismo isótopo.

La colaboración ha obtenido una medida significativa del modo de dos neutrinos, por

mode, by subtraction of the signals between a) and b), obtaining the measurement without depending on the radioactive background model of the detector, $2.34 \pm 0.8 - 0.5 \times 10^{21}$ years. Most of the collaborative action focused on the preparation of the components needed to build NEXT-100: copper shielding rods and cylinders, construction of the vessel, the energy plane and the tracking plane. The TPC components have been redesigned and manufacturing is progressing. All components will be ready in 2022 to begin assembly of the NEXT-100 detector.

Previous research on the barium labelling technique was consolidated in 2021. The motivation for this line of research in the search for double beta is that a positive identification of the decays requires finding a signal that cannot be mimicked by radioactive backgrounds. In particular, the decay of ^{136}Xe could be established by detecting the doubly ionised daughter atom, Ba^{2+} . Such detection could be achieved by a sensor consisting of a monolayer of molecular indicators. Ba^{2+} would be captured by one of the sensor molecules, and the presence of the single Ba^{2+} indicator would subsequently be revealed by a fluorescent response after interrogation with a laser system.

sustracción de las señales entre a) y b), obteniendo la medida sin depender del modelo de fondo radioactivo del detector, $2.34 \pm 0.8 - 0.5 \times 10^{21}$ años. La mayor parte de la acción de la colaboración se centró en la preparación de los componentes necesarios para construir NEXT-100: barras y los cilindros de blindaje de cobre, construcción de la vasija, el plano de energía y el plano de seguimiento. Los componentes de la TPC han sido rediseñados y su fabricación avanza. Todos los componentes estarán listos 2022 para comenzar el ensamblaje del detector NEXT-100.

En 2021 se consolidaron las investigaciones anteriores sobre la técnica de etiquetado del bario. La motivación de esta línea de investigación en la búsqueda de doble beta es que una identificación positiva de las desintegraciones requiere encontrar una señal que no pueda ser imitada por los fondos radiactivos. En particular, la desintegración del ^{136}Xe podría establecerse detectando el átomo hijo doblemente ionizado, el Ba^{2+} . Dicha detección podría lograrse mediante un sensor formado por una monocapa de indicadores moleculares.

El Ba^{2+} sería capturado por una de las moléculas del sensor, y la presencia del indicador único con Ba^{2+} se revelaría posteriormente mediante una respuesta fluorescente tras la interrogación con un sistema láser. El sensor propuesto se basa



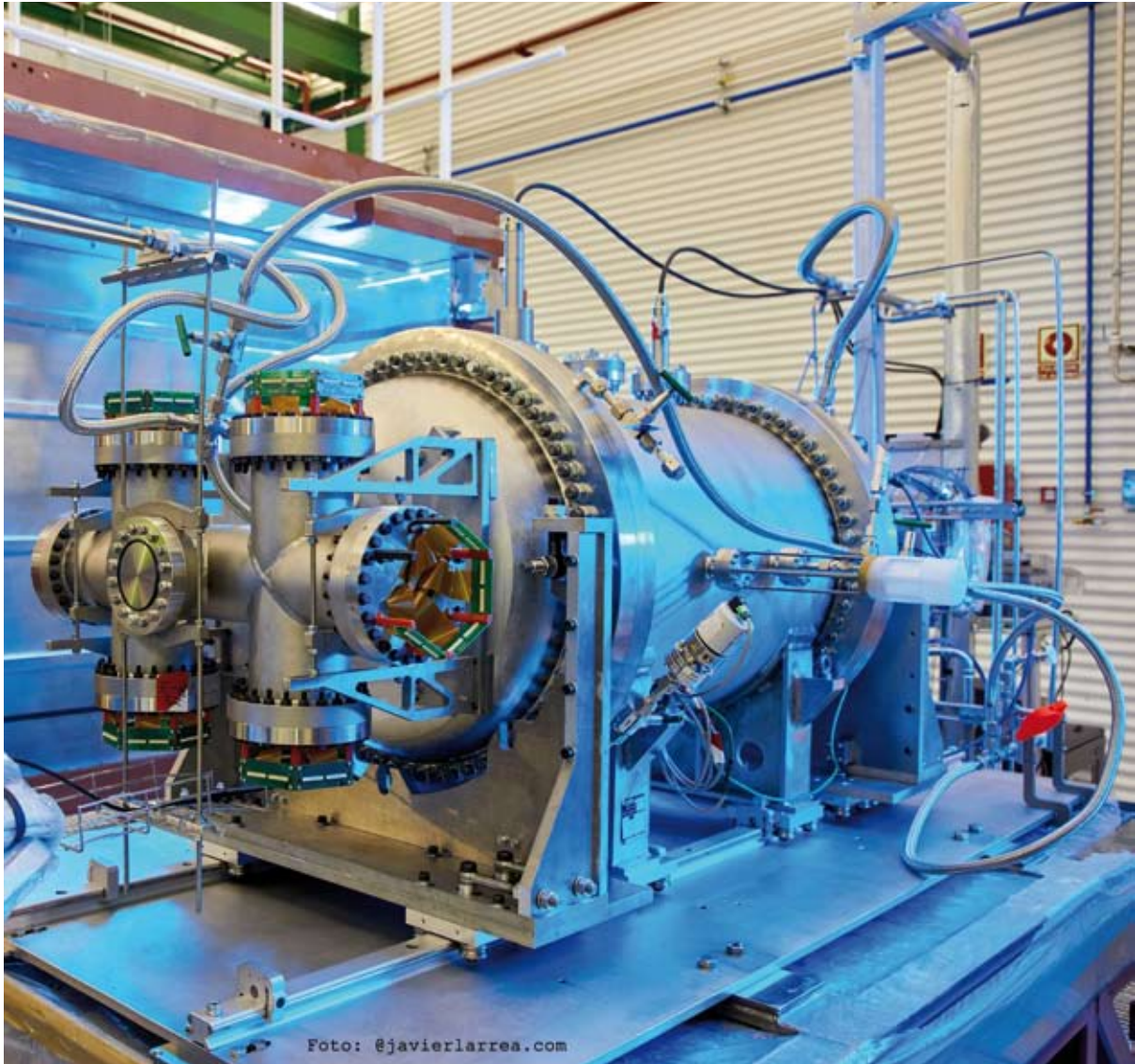


Foto: @javierlarrea.com

The proposed sensor is based on a new type of bicolour fluorescent molecular indicators, capable of shifting their emission spectra when bound to Ba^{2+} . The interrogation and detection system will be based on fast two-photon absorption microscopy. The main objectives of the approved ERC SyG grant are: a) a full demonstration of the feasibility of a sensor capable of detecting single Ba^{2+} ions in a high-pressure xenon (HPXe) chamber, and b) the construction of a large (100 kg) HPXe demonstrator, the BOLD detector, which will implement a complete barium labelling detection system and demonstrate the feasibility of building a radioactive background-free experiment on the scale of tonnes, with great potential for discovery in the next generation of experiments.

en un nuevo tipo de indicadores moleculares fluorescentes bicolors, capaces de desplazar sus espectros de emisión cuando se unen al Ba^{2+} . El sistema de interrogación y detección se basará en la microscopía de absorción rápida de dos fotones. Los objetivos principales de la subvención de la ERC SyG aprobada son: a) una demostración completa de la viabilidad de un sensor capaz de detectar iones individuales de Ba^{2+} en una cámara de xenón a alta presión (HPXe), y b) la construcción de un demostrador HPXe de gran tamaño (100 kg), el detector BOLD, que implementará un sistema completo de detección de etiquetado del bario y demostrará la viabilidad de construir un experimento sin fondo radioactivo a la escala de toneladas, con un gran potencial de descubrimiento en la próxima generación de experimentos.