

València, 20 de setembre de 2022

L'IFIC presenta una tècnica nova per mesurar la massa absoluta dels neutrins a partir de l'observació d'explosions de supernoves

- **Un equip de l'Institut de Física Corpuscular (IFIC, CSIC-UV) preveu que les supernoves poden ser una font per determinar la massa dels neutrins. Així ho explica un estudi teòric publicat en la revista 'Physical Review Letters'**
- **La confirmació experimental de la proposta es du a terme en el marc de la col·laboració internacional DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment), el futur detector de la qual observarà, per a aquest treball, neutrins procedents d'explosions de supernoves**

Els neutrins són coneguts com les partícules més elusives. Per les propietats úniques, viatgen sense obstacles al llarg de la seua trajectòria fins que, excepcionalment, interactuen amb altres partícules i generen senyals observables. Neutrins procedents de supernoves (en concret de SN 1987A, situada al Gran Núvol de Magallanes) han estat observats anteriorment pels detectors de neutrins d'aigua Kamiokande-II, IMB i Baksan. La importància d'aquesta detecció va ser reconeguda amb el Premi Nobel de Física del 2002 a Masatoshi Koshiba.

Les supernoves, concretament les de col·lapse del nucli, són esdeveniments astrofísics impressionants que es produeixen quan mor una estrella massiva i emet quantitats ingents d'energia. El col·lapse es desenvolupa en pocs segons i quasi tota l'energia que se'n desprèn és alliberada a través de neutrins i antineutrins, la detecció dels quals podria ajudar els físics a ampliar els seus coneixements sobre aquestes partícules elementals i, en general, sobre l'univers.

“Una de les propietats dels neutrins que es poden estudiar amb supernoves és el valor absolut de la seua massa, fins ara desconegut”, assenyala Federica Pompa, estudiant de doctorat a l'IFIC i autora d'aquest treball. “Com més massius són els neutrins, menys velocitat de propagació a l'espai interestel·lar tindran, cosa que induirà un retard temporal en la seua detecció a la Terra. Per aquesta raó, una mesura precisa de l'energia i del temps de detecció dels neutrins de supernova als nostres detectors pot proporcionar una mesura de la massa”. La detecció d'una vintena d'antineutrins procedents de SN 1987A ja va permetre posar una primera cota superior a la massa dels neutrins.

En aquest treball, l'equip de recerca de l'IFIC –Federica Pompa, Francesco Capozzi, Olga Mena i Michel Sorel– suggereix que el futur detector DUNE podria ser el primer a captar l'esclat de la primera fase del col·lapse de la supernova, la neutronització, el senyal de la qual és visible només en neutrins i no en antineutrins. DUNE pot observar aquests neutrins electrònics a partir de les interaccions amb els nuclis d'argó del detector.

Futur brillant per a la detecció de neutrins de supernoves

La detecció dels neutrins procedents de la neutronització té un paper rellevant en el mesurament de la massa d'aquestes partícules, ja que constitueixen un "rellotge estàndard" per a la mesura del retard en el temps de vol dels neutrins. Això implica que, davant el col·lapse d'una supernova, DUNE podria assolir una sensibilitat a la massa dels neutrins cinc vegades més gran que el que s'ha obtingut fins ara, cosa que fa que aquesta tècnica siga molt competitiva amb les cerques directes de massa de neutrins a experiments duts a terme a laboratoris.

Conèixer la massa dels neutrins revolucionaria la física moderna, ja que suposaria acceptar que els neutrins tenen massa, cosa que no reconeix el Model Estàndard.

L'IFIC a DUNE

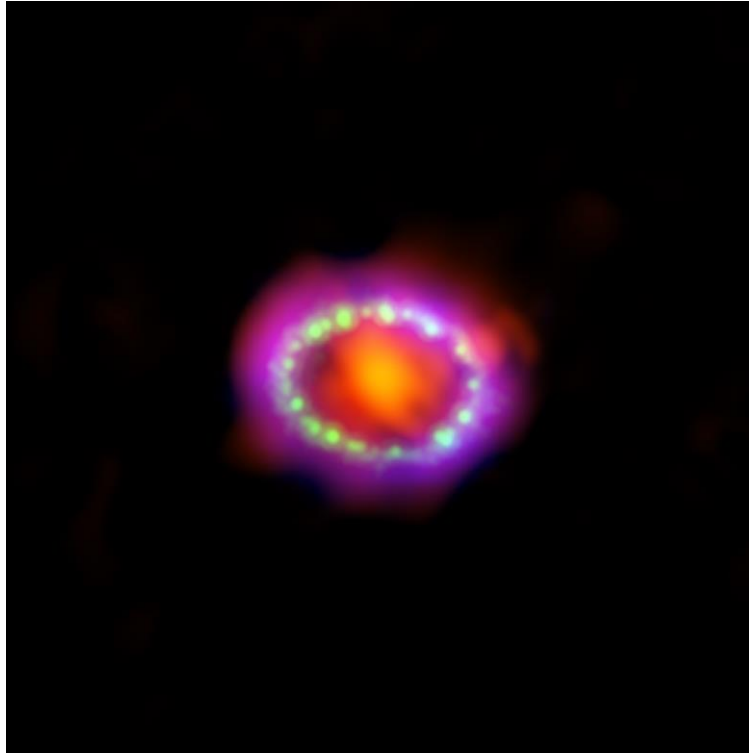
L'experiment DUNE, actualment en construcció, està dedicat principalment a estudiar els fenòmens d'oscil·lació de neutrins utilitzant un feix produït per un accelerador de partícules fabricat per l'ésser humà. L'experiment també presenta altres oportunitats per al camp de recerca. Entre elles, la física de neutrins procedents de supernoves, del Sol o de rajos còsmics. El programa de física de DUNE també contempla fenòmens més exòtics, com ara la detecció de la desintegració del protó o dels neutrins procedents d'anihilacions de matèria fosca.

L'equip de l'IFIC forma part de la col·laboració DUNE des de la seua creació el 2015, que contribueix tant a nivell teòric com a experimental. A nivell teòric, els investigadors del centre valencià han estat fent contribucions destacades a la física de l'experiment, en particular a l'àrea de cerques de física més enllà del Model Estàndard.

A nivell experimental, la contribució de l'IFIC i de DUNE-Espanya en general se centra en la construcció de dos subsistemes dels detectors d'argó líquid de DUNE: el sistema de detecció de llum i el sistema de monitorització de temperatures. Els científics experimentals de l'IFIC també han contribuït a la construcció, operació i anàlisi de dades dels prototips dels detectors DUNE al CERN, així com al desenvolupament d'eines d'anàlisi.

Referència:

Federica Pompa, Francesco Capozzi, Olga Mena and Michel Sorel. ***An absolute ν mass measurement with the DUNE experiment.*** *Phys.Rev.Lett.* 129 (2022) 12, 121802. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.121802>



Astrònoms van combinar observacions de tres observatoris diferents per produir aquesta colorida imatge de múltiples longituds d'ona dels romanents de la Supernova 1987 A. Crèdits: NASA, ESA, A. Angelich (NRAO, AUI, NSF).