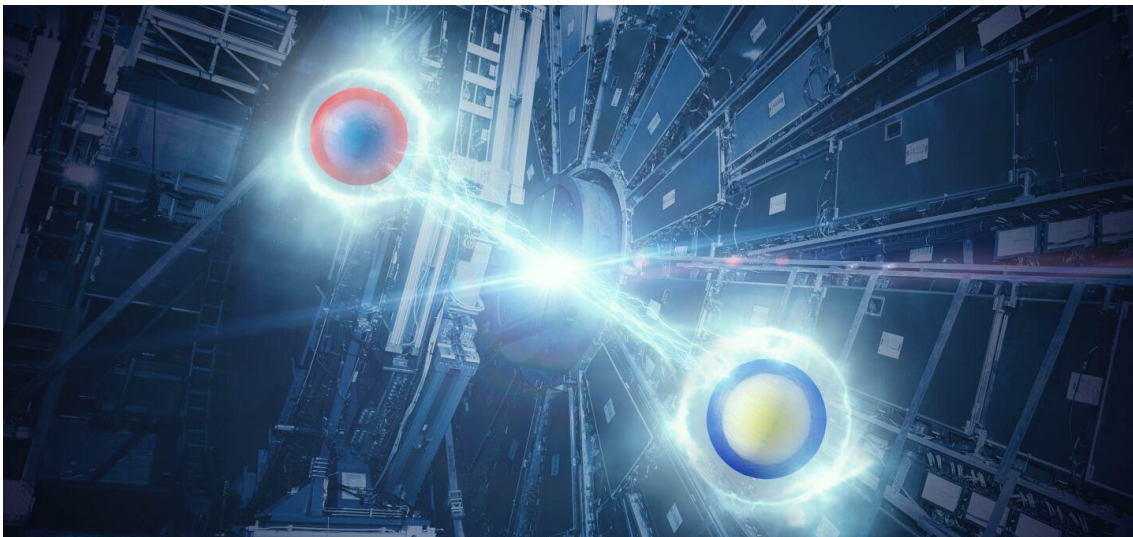


València, 19 de setembre de 2024

Els experiments ATLAS i CMS del CERN observen l'entrellaçament quàntic a la major energia aconseguida fins ara

- Aquest sorprenent fenomen de la física quàntica permet que dues partícules estiguen vinculades a grans distàncies, i és la base d'aplicacions com la criptografia i la computació quàntiques
- L'Institut de Física Corpuscular (CSIC-UV) participa en aquesta troballa, que publica la revista 'Nature'



Recreació artística de dos quark top entrellaçats. Crèdits: CERN.

Els experiments ATLAS i CMS del Gran Colisionador d'Hadrons (LHC, per les seues sigles en anglés) al Laboratori Europeu de Física de Partícules (CERN) de Ginebra (Suïssa) han observat, per primera vegada i de manera independent, l'entrellaçament quàntic entre dos quarks top, la partícula elemental més pesada que es coneix. Aquest fenomen permet que dues partícules estiguen vinculades sense importar la distància a la qual es troben. A més, aquesta observació s'ha realitzat a la major energia aconseguida fins a la data en un experiment, obrint una nova perspectiva en el complex món de la física quàntica. En la troballa participa l'Institut de Física Corpuscular (IFIC), centre mixt del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) i la Universitat de València (UV).

L'entrellaçament quàntic és possiblement la característica més genuïna i fascinant de la física quàntica, la teoria del molt xicotet. Si dues partícules estan entrellaçades

quànticament, l'estat d'una partícula està vinculat al de l'altra, sense importar l'allunyades estiguen. Aquest sorprenent fenomen, que no té anàleg en la física clàssica, ha sigut observat en una àmplia varietat de sistemes i ha trobat diverses aplicacions importants, com la criptografia quàntica i la computació quàntica. En 2022, el Premi Nobel de Física va ser atorgat a Alain Aspect, John F. Clauser i Anton Zeilinger pels seus experiments pioners amb fotons entrellaçats. Aquests experiments van confirmar les prediccions sobre la manifestació de l'entrellaçament fetes pel físic teòric John Bell, i van donar origen a la ciència de la informació quàntica.

L'entrellaçament ha romàs en gran manera inexplorat a altes energies, accessibles únicament en grans colisionadors de partícules com el LHC. En un article publicat en *Nature*, la col·laboració ATLAS informa com va aconseguir observar l'entrellaçament quàntic en el LHC per primera vegada entre partícules elementals anomenades quarks top i a la major energia fins ara, 13 teraelectronvoltis (TeV). Observat per primera vegada per ATLAS al setembre de 2023 i posteriorment confirmat en observacions independents realitzades per la col·laboració CMS, aquest resultat ha obert una nova perspectiva en el complex món de la física quàntica.

“Si bé la física de partícules està profundament arrelada en la mecànica quàntica, l'observació de l'entrellaçament quàntic en un nou sistema de partícules i a la major energia aconseguida fins a ara és una fita notable”, diu **Andreas Hoecker**, portaveu d'ATLAS. “Obri el camí a noves investigacions sobre aquest fascinant fenomen, oferint un ric menú d'exploració a mesura que el nostre volum de dades continua creixent”.

Els equips d'ATLAS i CMS van observar l'entrellaçament quàntic entre un quark top i un antiquark top, la seua antipartícula. Les observacions es basen en un mètode proposat recentment per a utilitzar parells de quarks top produïts al LHC com un nou sistema per a estudiar l'entrellaçament. El quark top és la partícula elemental més pesada que es coneix. Normalment, es desintegra en altres partícules abans que tinga temps de combinar-se amb altres quarks, transferint les seues propietats a les partícules a les quals es desintegra. És precisament una d'eixes propietats, l'espín, la que permet estudiar l'entrellaçament entre dues partícules.

Per a observar l'entrellaçament entre quarks top, les col·laboracions d'ATLAS i CMS van seleccionar parells de quarks top a partir de dades de col·lisions protó-protó que van tindre lloc durant el segon període de presa de dades del LHC, anomenat Run2, entre 2015 i 2018. Els equips d'ATLAS i CMS van observar entrellaçament de l'espín entre quarks top amb una significança estadística superior a cinc desviacions estàndard.

Participació de l'Institut de Física Corpuscular de València

L'Institut de Física Corpuscular (IFIC, CSIC-UV), centre d'excel·lència Severo Ochoa, és pioner a Espanya en la investigació en física de partícules, física nuclear i de astropartícules, així com en les seues aplicacions tant en física mèdica com en altres camps de la ciència i la tecnologia. L'IFIC participa en l'experiment ATLAS del LHC des dels seus començaments, un detector de la grandària d'una catedral on participen més de 3.000 físics i enginyers de tot el món. En concret, dos investigadors del CSIC a l'IFIC,

Carlos Escobar i Marcel Vos, han participat en el procés de revisió de tots els aspectes de l'anàlisi que ara publica *Nature*.

“Com és normal amb un resultat trencador, ha sigut un procés de revisió intens, tant dins de la col·laboració com amb la revista. Després de tres anys de treball, estem molt contents de veure aquest resultat publicat en *Nature*”, comenta Carlos Escobar, investigador Ramón y Cajal del CSIC a l'IFIC. “Aquesta mesura d'ATLAS i la confirmació de CMS marquen l'inici d'una nova manera d'estudiar els fonaments de la mecànica quàntica. Hi ha moltes idees noves explorant el potencial del LHC per a aclarir la interpretació de la física quàntica”, assegura Marcel Vos, investigador del CSIC a l'IFIC.

Referència:

The ATLAS Collaboration. ***Observation of quantum entanglement with top quarks at the ATLAS detector.*** *Nature* 633, 542–547 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07824-z>