



Universidad de Oviedo

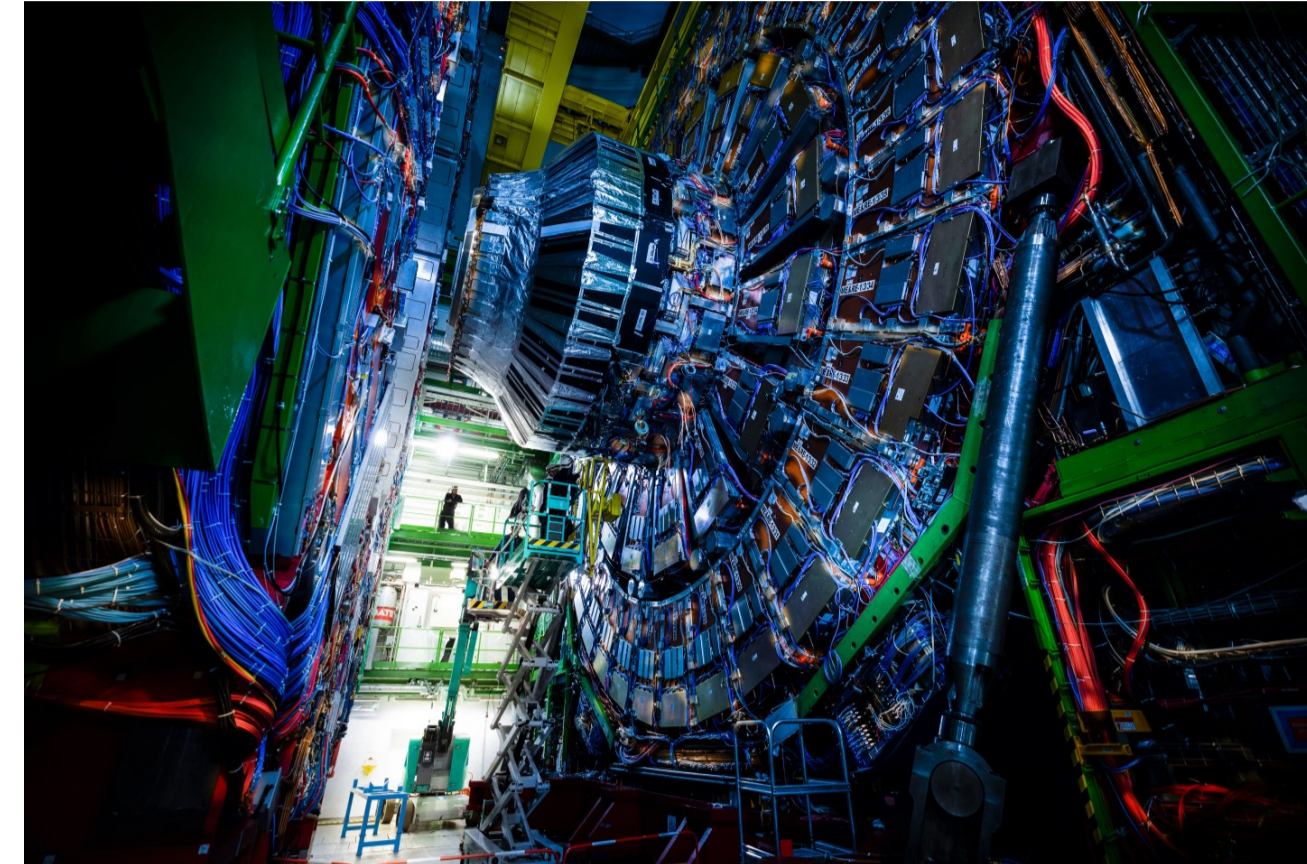
La Física de Partículas en el Instituto de Ciencias y Tecnologías Espaciales de Asturias (ICTEA)



La Física de Altas Energías o Física de Partículas

La Física de Altas Energías o Física de Partículas intenta describir cuales son los constituyentes fundamentales de la materia y sus interacciones. El ICTEA cuenta con investigadores experimentales y teóricos dedicados a estas tareas.

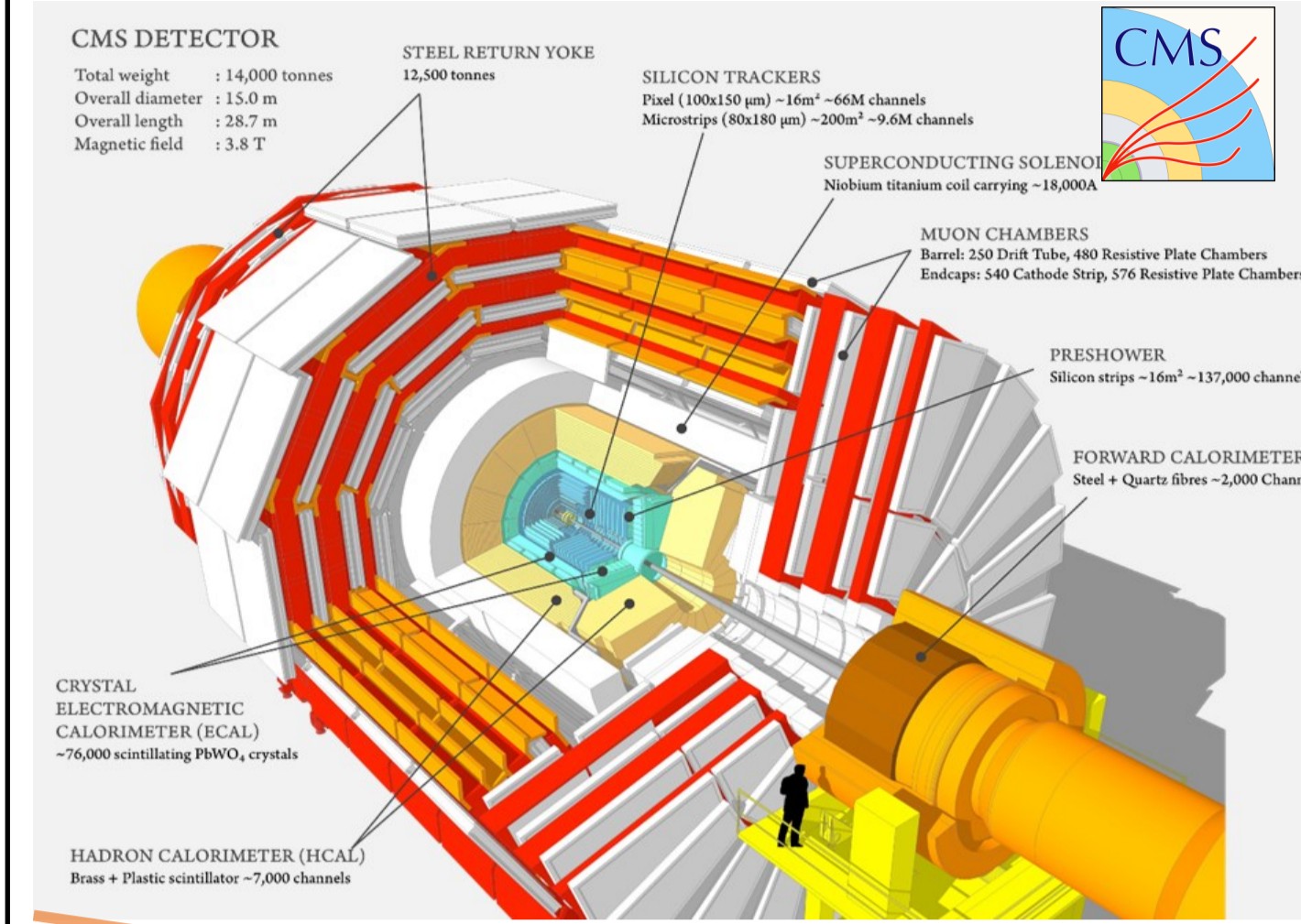
Los investigadores del Grupo de Física Experimental de Altas Energías del ICTEA realizan su trabajo en grandes aceleradores como el LHC, construyendo y operando enormes detectores como CMS, y analizando ingentes volúmenes de datos usando técnicas de aprendizaje máquina y aprendizaje profundo.



El grupo de Física Teórica de Altas Energías se dedica a desarrollar y profundizar en las teorías que explican los fenómenos de interacción entre dichas partículas elementales así como los fenómenos gravitatorios: Teoría Cuántica de Campos, Teoría de Cuerdas y Holografía.

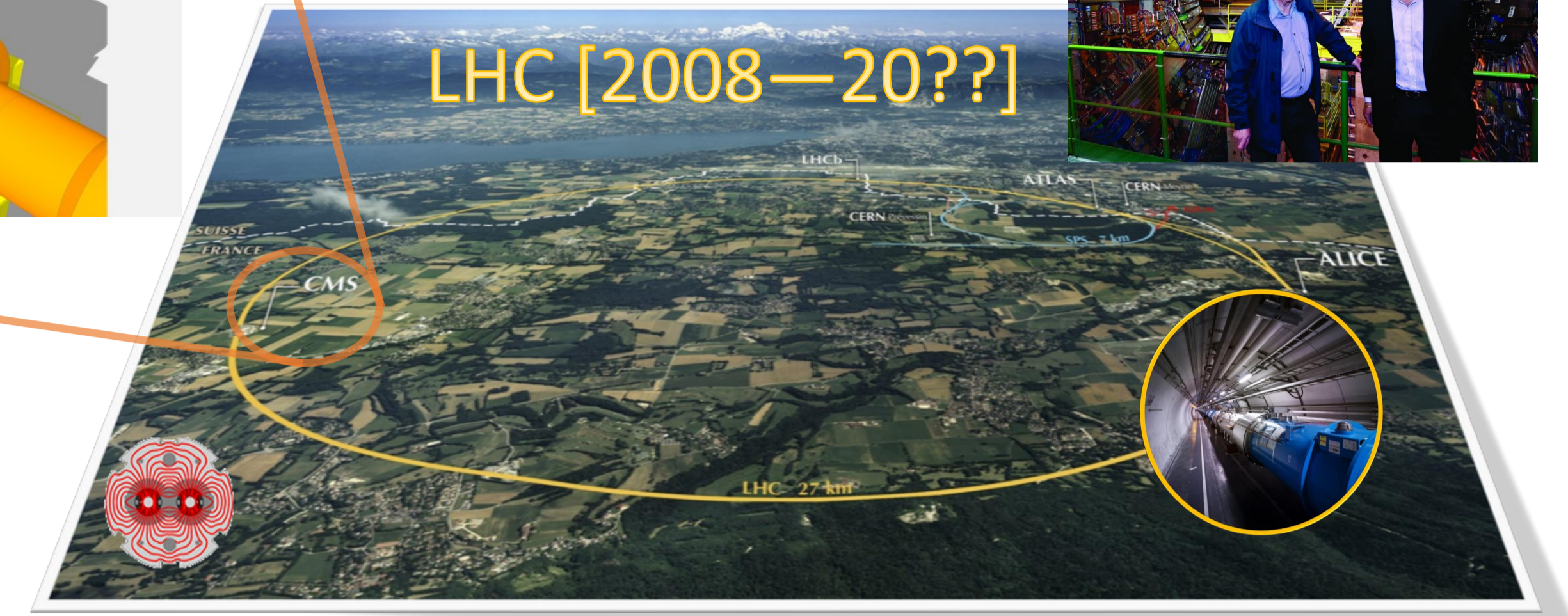
$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + i\bar{\psi}\not{D}\psi + h.c + \chi_i y_{ij} \chi_j \phi + h.c + |D_\mu \phi|^2 - V(\phi)$$

El detector CMS del LHC en el CERN



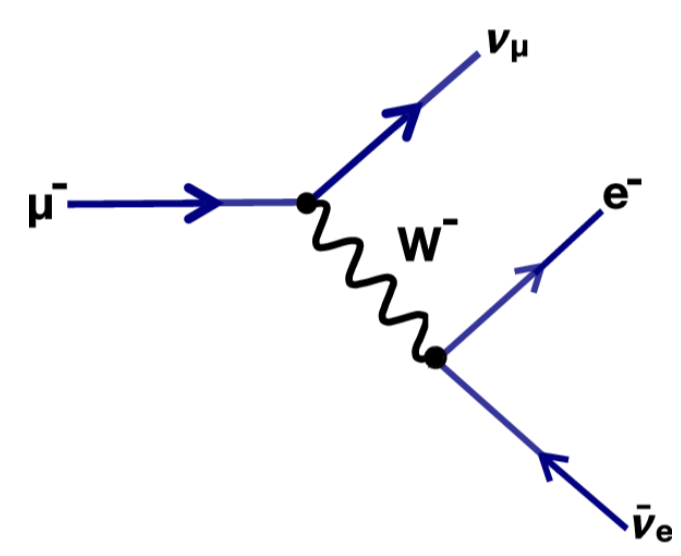
El detector CMS es uno de los cuatro experimentos situados en el Large Hadron Collider (LHC): el mayor experimento jamás construido.

La investigación realizada en el experimento CMS abarca desde el estudio de partículas del Modelo Estándar de Física de Partículas (incluyendo el bosón de Higgs) hasta la búsqueda de dimensiones extra, pasando por la determinación de partículas que puedan formar la materia oscura (de la que se compone el 26.8% del universo).

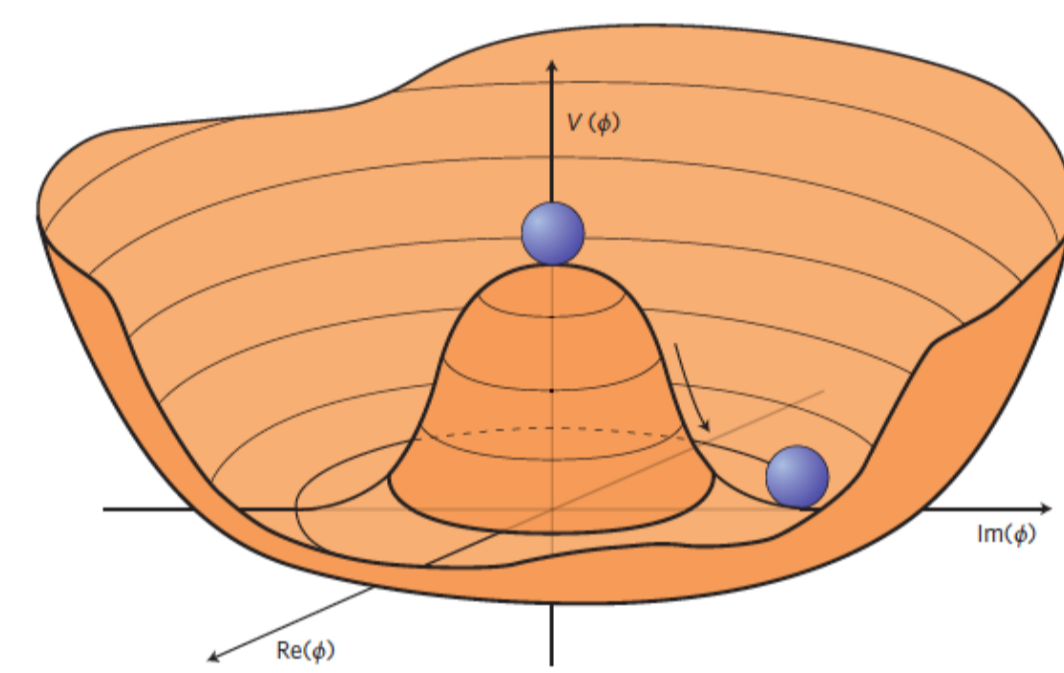


Teoría Cuántica de Campos

La Teoría Cuántica de Campos describe la física de los sistemas que son al mismo tiempo pequeños (Mecánica Cuántica) y veloces (Relatividad Especial).

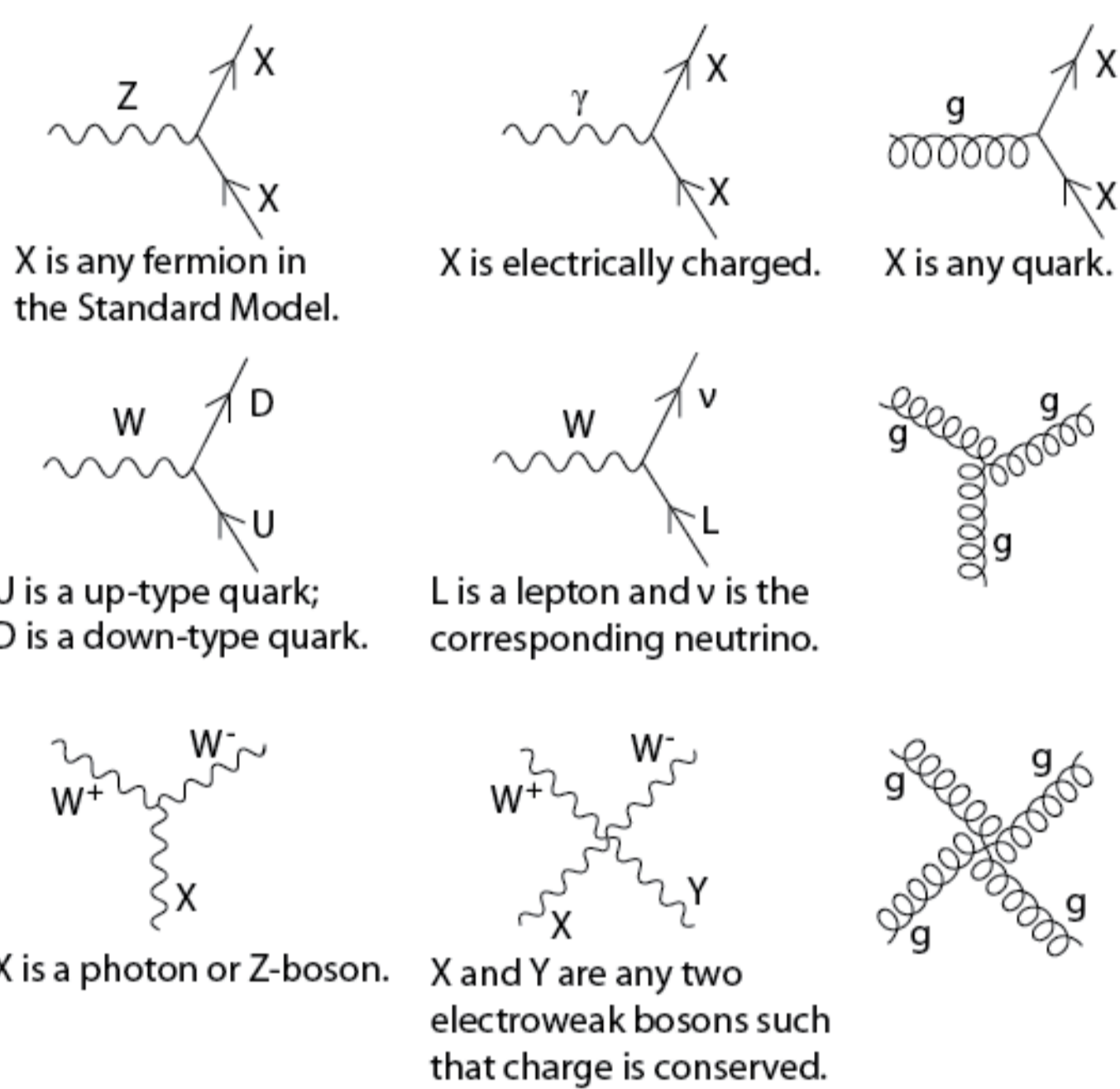


Se aplica principalmente a las Partículas Elementales, organizadas según el llamado Modelo Estándar.

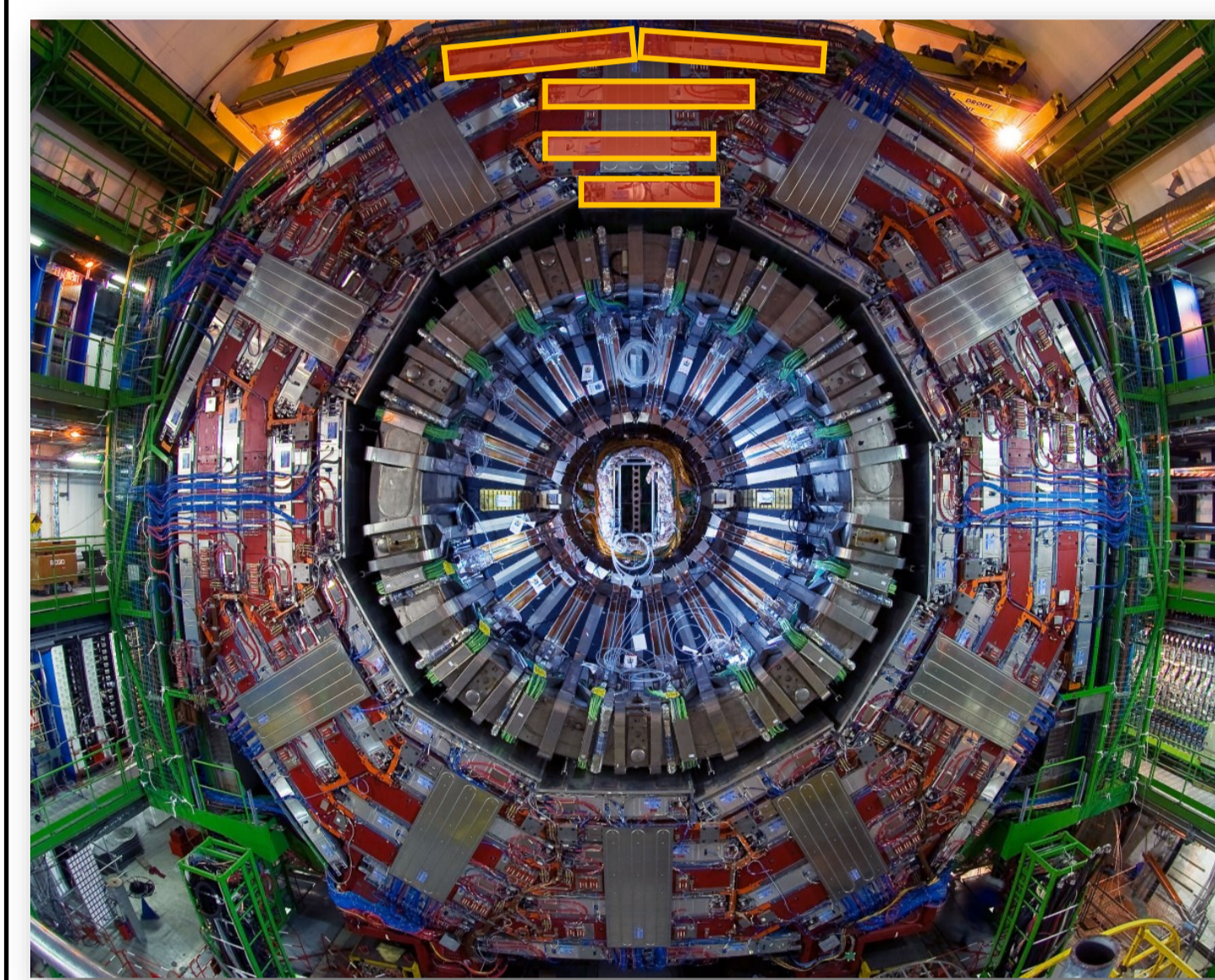


En la elaboración del Modelo Estándar fueron muy importantes los Principios de Simetría. Los físicos estudian simetrías nuevas como la Supersimetría, que predice física más allá del Modelo Estándar.

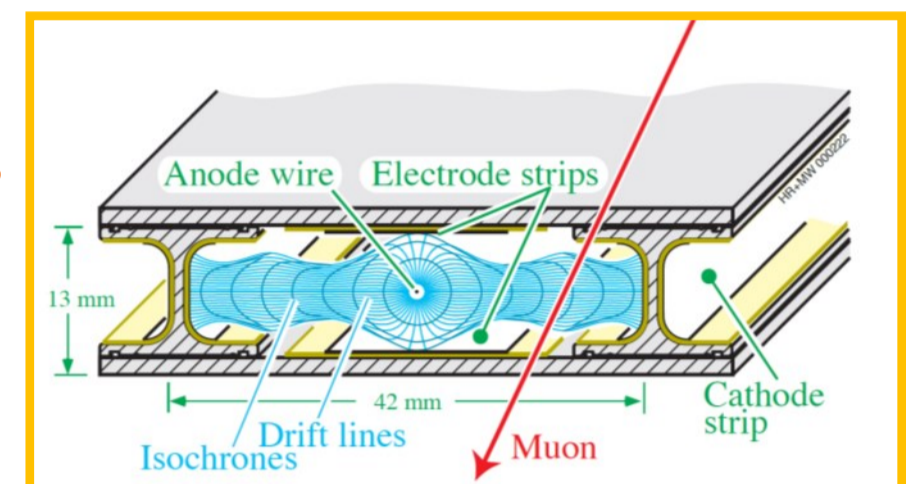
Standard Model Interactions (Forces Mediated by Gauge Bosons)



Las cámaras de muones durante el HL-LHC



El subdetector DT está formado por conjuntos de cámaras de deriva responsables de identificar los muones que se producen en las colisiones.



El LHC de Alta Luminosidad (HL-LHC) es la siguiente fase del experimento, con un LHC mejorado para producir más colisiones y con detectores actualizados para poder operar en condiciones más exigentes de radiación y toma de datos.



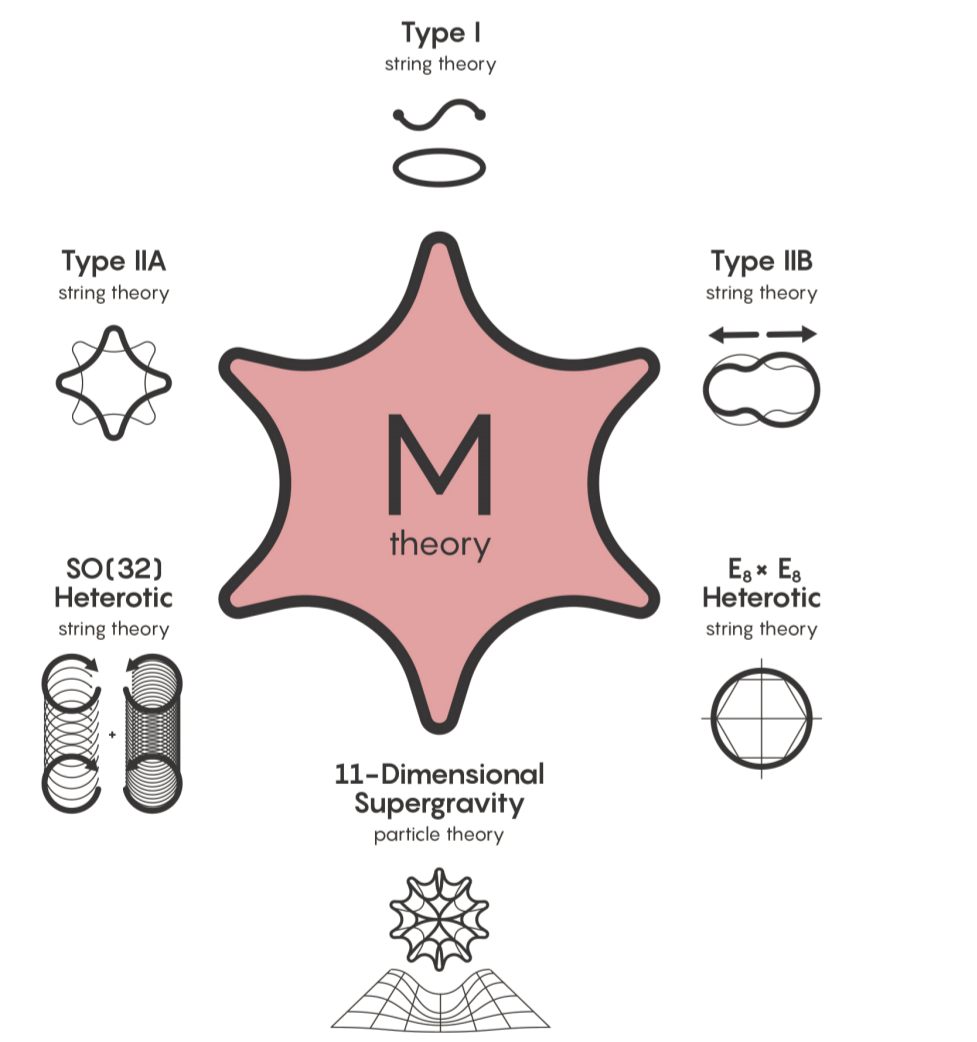
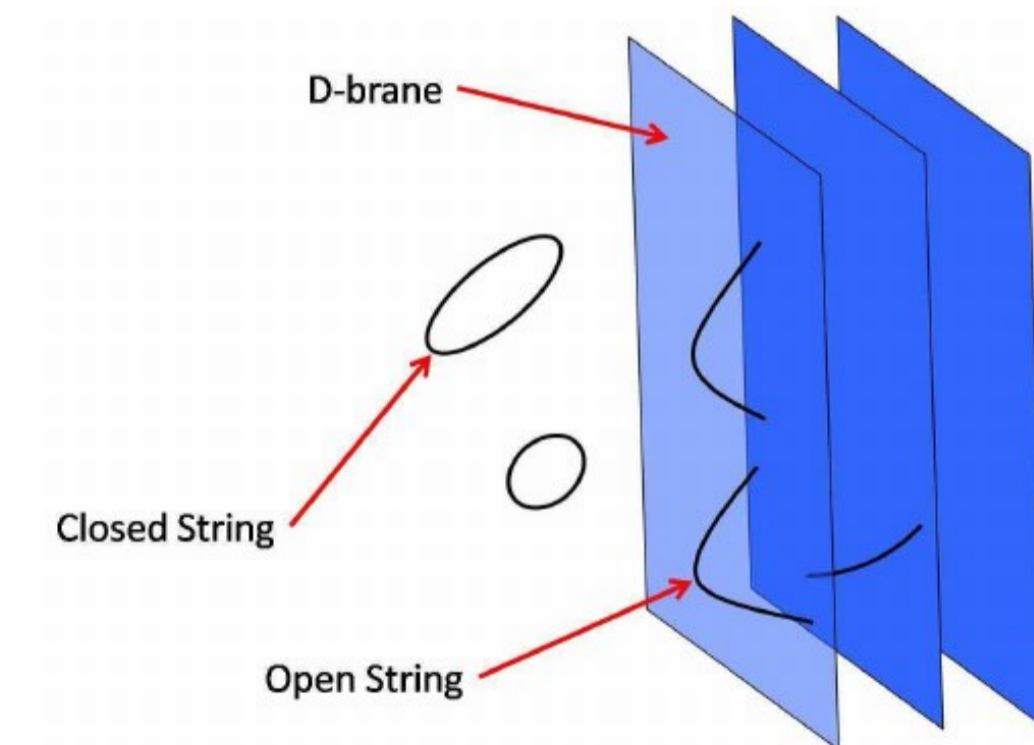
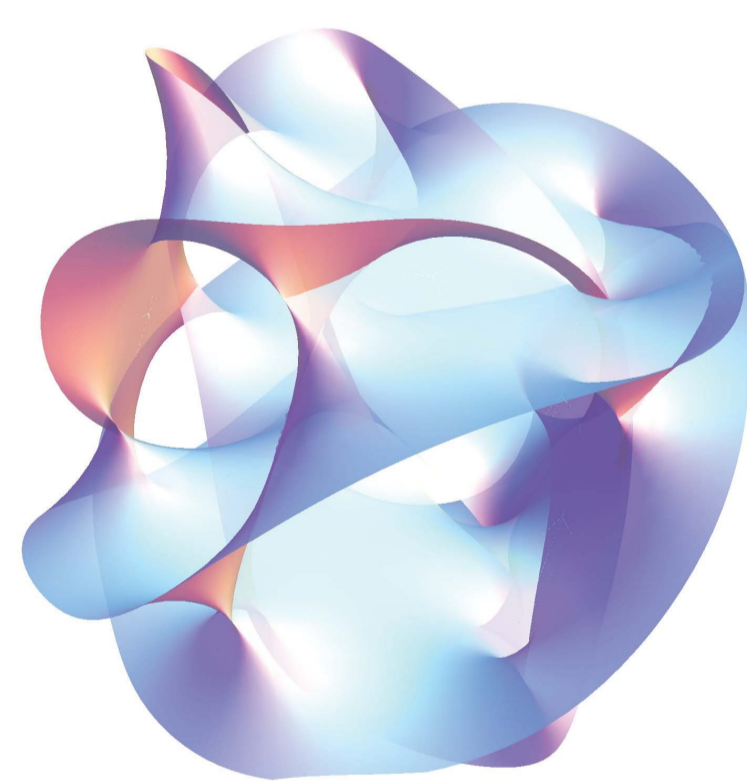
Teoría de Cuerdas

La Teoría de Cuerdas sustituye las partículas puntuales por pequeñas cuerdas, de alrededor de 10^{-33} cm, y sus hermanas de mayor dimensión, las D-branas. Existen varias Teorías de Cuerdas, relacionadas por dualidades.

Distintos modos de vibración de las cuerdas son percibidos como distintos tipos de partículas: electrones, fotones, quarks... ¡Y el gravitón, que es la partícula mediadora de la interacción gravitatoria!

La presencia del gravitón nos dice que la Teoría de Cuerdas es un modelo de Gravedad Cuántica: unifica la Relatividad General y la Mecánica Cuántica.

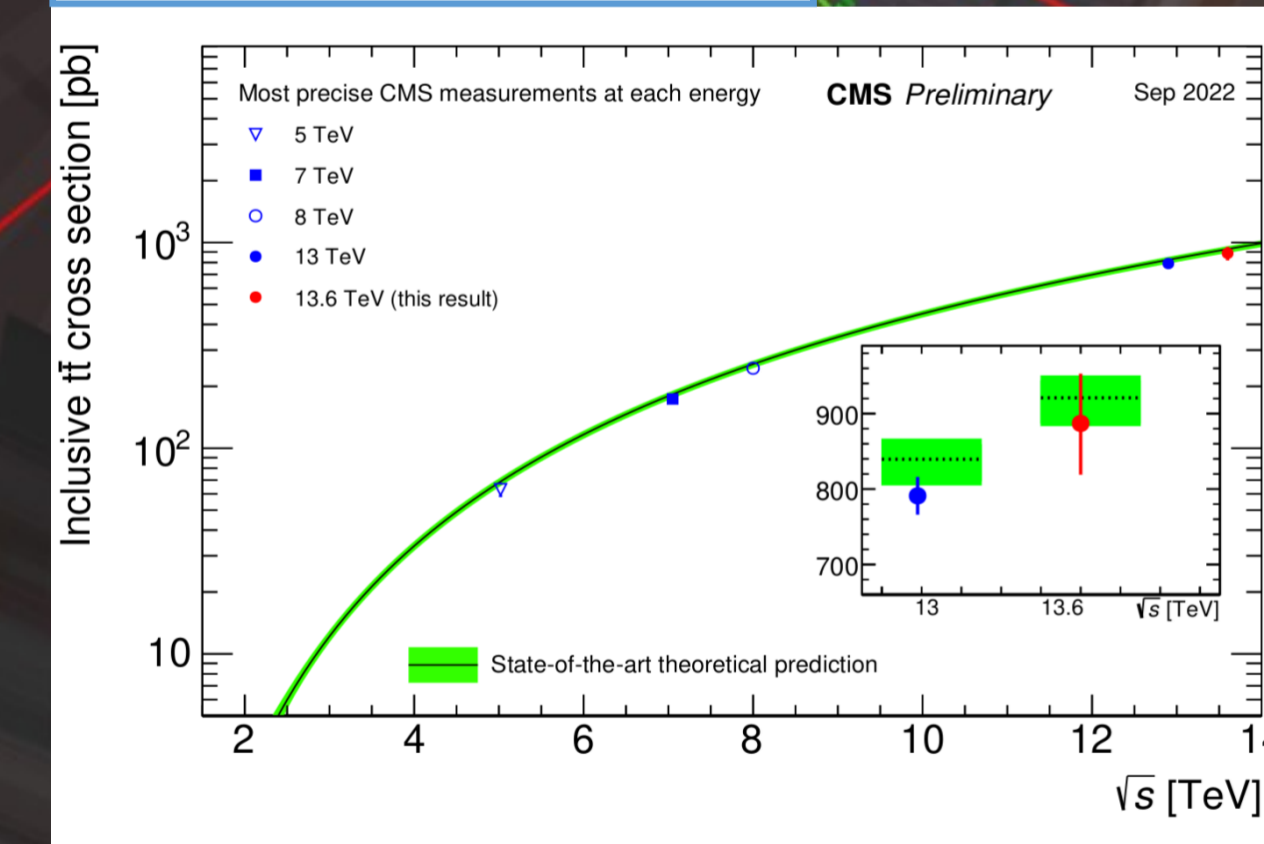
Las Teorías de Cuerdas son consistentes únicamente en diez dimensiones. La seis dimensiones extra serían tan pequeñas que no las hemos detectado. Su peculiar forma y tamaño determinan las propiedades de nuestro universo.



Estudiando el Modelo Estándar: El quark top y el bosón de Higgs

El quark top es la partícula más masiva del Modelo Estándar. Su interacción con el campo de Higgs contribuye a entender el origen de la masa de las partículas fundamentales.

15 años estudiando el quark top

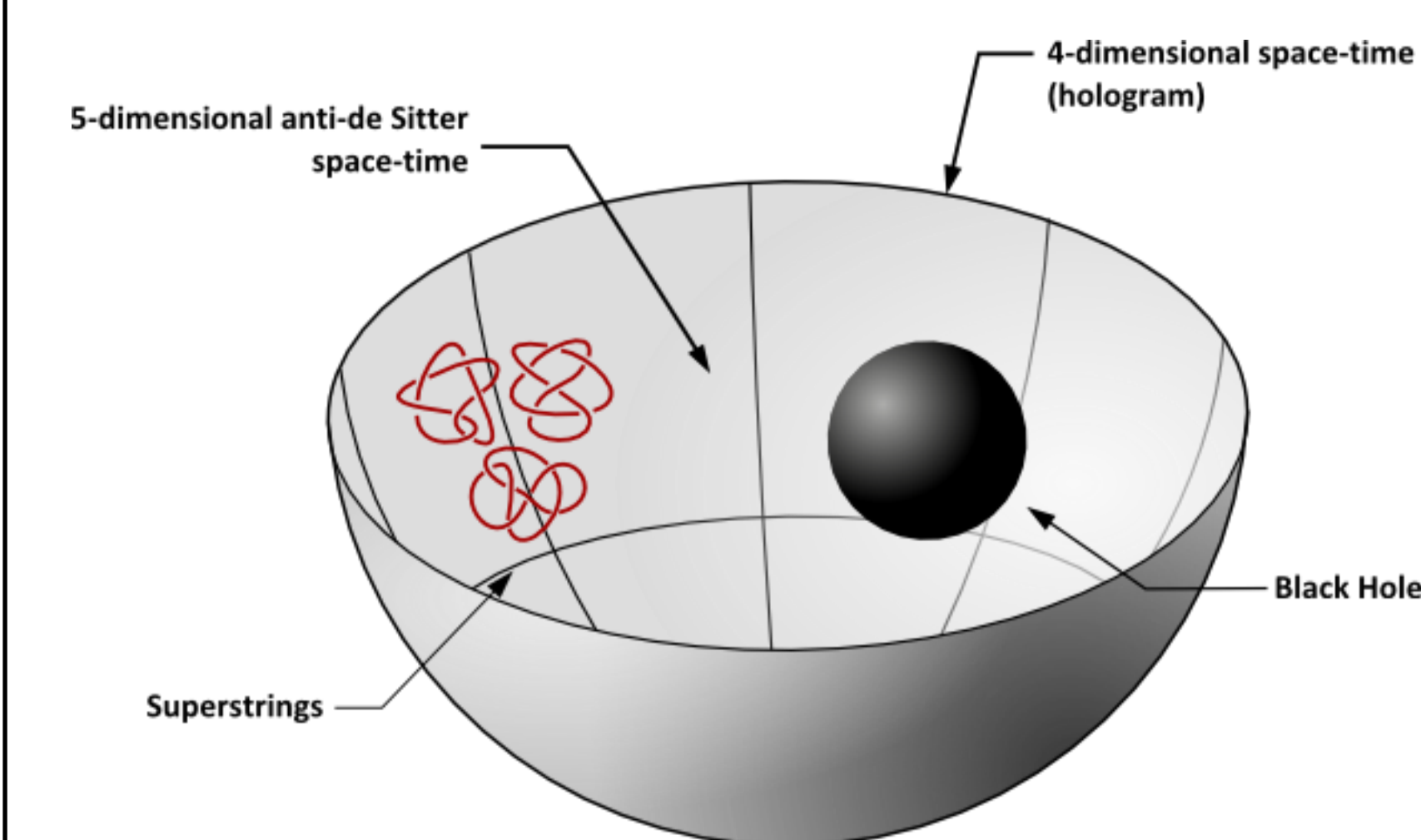


Más de 20 años estudiando el Modelo Estándar a distintas energías: la teoría física que describe el comportamiento de la materia en su nivel más fundamental.

El 4 de julio de 2012 ATLAS y CMS anunciaron de manera conjunta el descubrimiento del bosón de Higgs, una nueva partícula fundamental que se había buscado durante 50 años. Este hito fue reconocido con el Premio Príncipe de Asturias y el Premio Nobel. Los investigadores del ICTEA participaron en su detección y continúan estudiando sus propiedades.



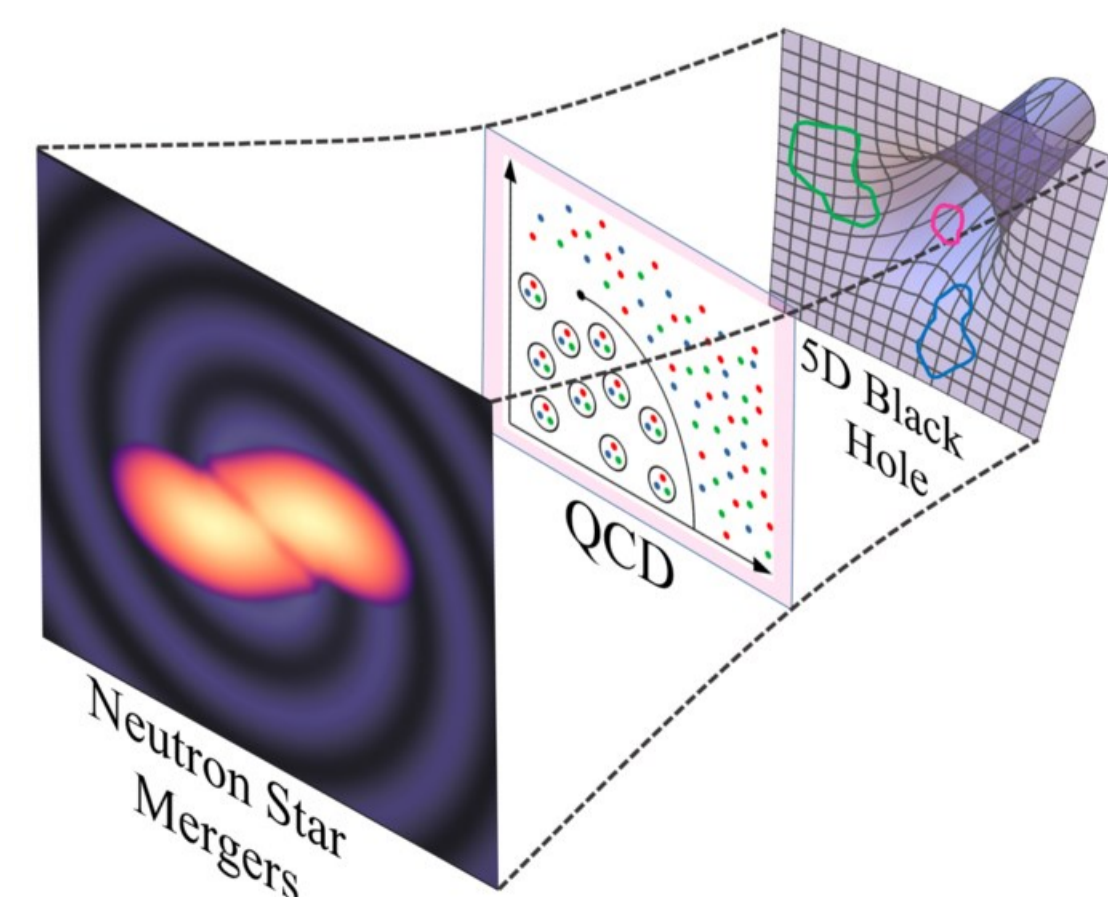
Holografía



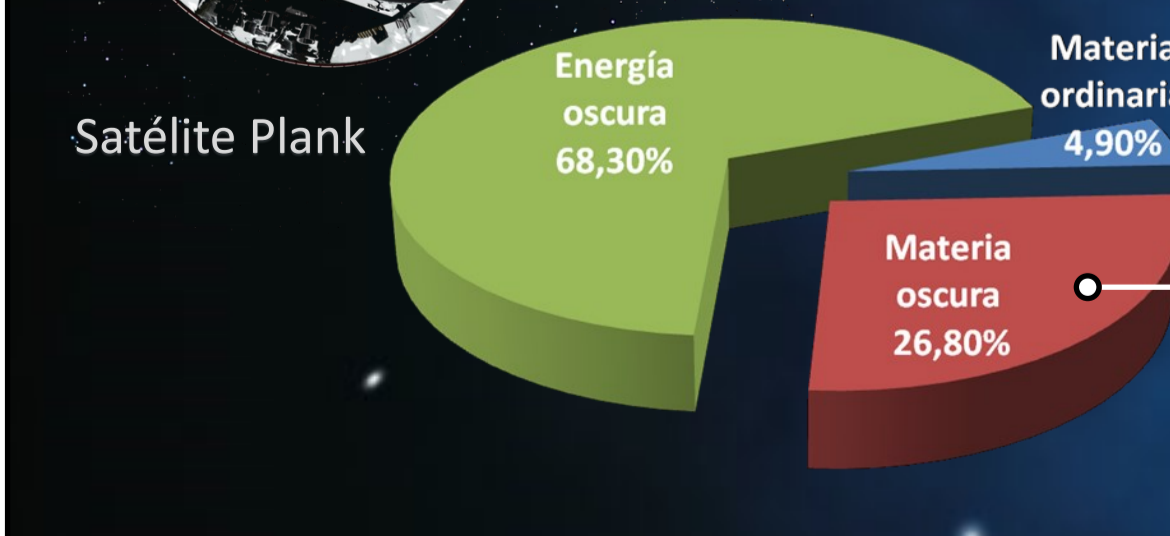
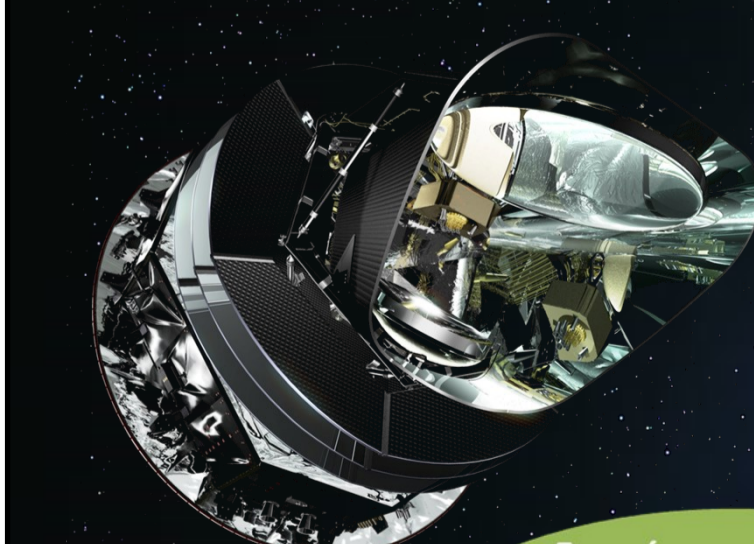
La Holografía establece una equivalencia entre ciertas Teorías Gravitatorias (Cuerdas) y ciertas Teorías de Partículas (Campos Cuánticos).

Se llama holografía porque la teoría de campos vive en la frontera del modelo gravitatorio y por tanto en un espacio de dimensión inferior.

Permite el estudio de diversos sistemas físicos complicados que no sabemos tratar con otras técnicas: el plasma de quarks y gluones, las transiciones entre superfluidos y aislantes, el interior de las estrellas de neutrones...



Nueva Física más allá del Modelo Estándar: La Materia Oscura y otras cuestiones



Se han propuesto varias teorías para explicar la composición de la materia oscura. Los modelos supersimétricos, que duplican el número de partículas fundamentales, son muy prometedores.

El Modelo Estándar no describe completamente la materia que hay en el universo. La Materia Oscura es 5 veces más abundante que la materia ordinaria, pero no conocemos su composición.



En el ICTEA llevamos más de 15 años buscando partículas supersimétricas candidatas a materia oscura.

