

Instituto de Física Corpuscular

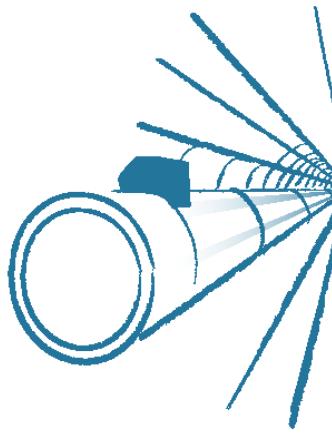


UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

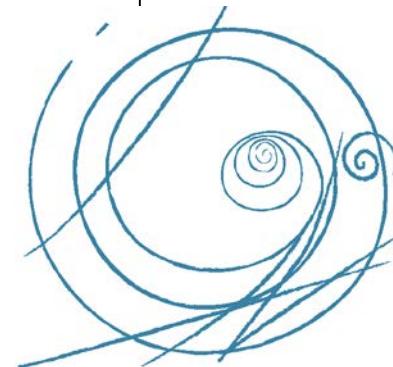


CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA



Prof. Juan José Hernández Rey
Director IFIC

IFIC Summer Students– 11 de julio de 2016

Instituto de Física Corpuscular

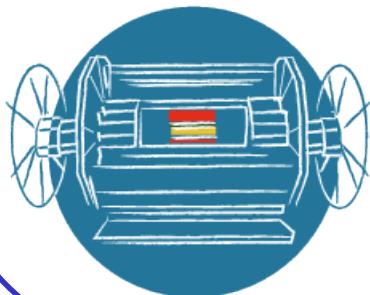
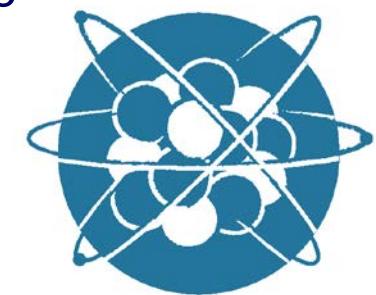


Prof. Joaquín Catalá de Alemany

Fue **creado en los años 50**, como una sección en Valencia del Instituto Daza de Valdés del CSIC.

En 1985 se convirtió en un centro mixto del **CSIC** y la **Universidad de Valencia**

Durante muchos años fue el único lugar de España, junto con Madrid, donde se realizaba investigación experimental en Física de Partículas Elementales. En 1985 se unió con la prestigiosa escuela de Física Teórica de la Universidad de Valencia para formar el nuevo centro mixto.



Realiza investigación teórica y experimental en Física **Nuclear**, de **Partículas** y de **Astropartículas** y sus aplicaciones tanto en Física Médica como en otros campos de la Ciencia y la Tecnología.

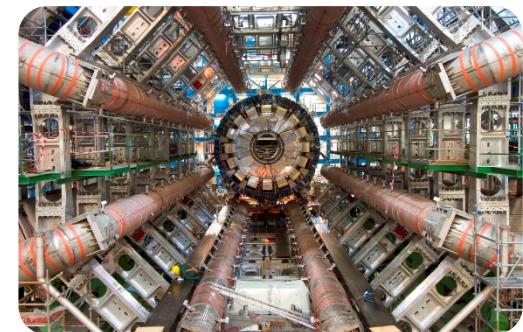
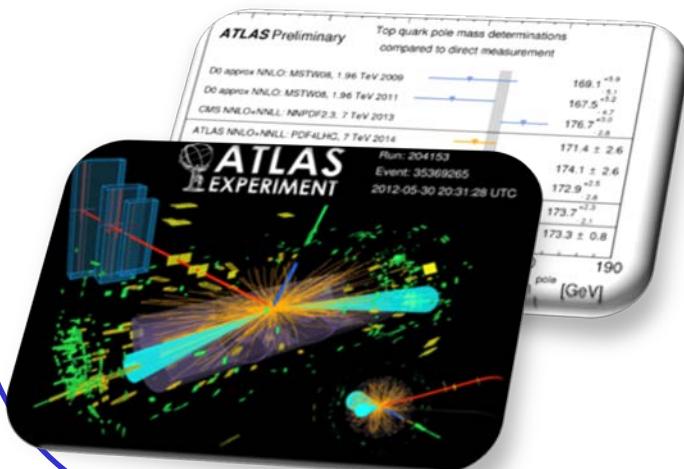
Física experimental de partículas en aceleradores



Una de las líneas principales es la dedicada a la investigación en **experimentos** que se realizan en **aceleradores de partículas**.



El IFIC participa en tres experimentos del **LHC** (*Large Hadron Collider*) del CERN: **ATLAS**, **LHCb** y **MOeDAL**.



Abarcamos una amplia gama de temas de investigación: el **bosón de Higgs**, el estudio del **quark top**, física del “sabor”, búsqueda de **nueva física (supersimetría, monopolos magnéticos, etc.)** y otros.

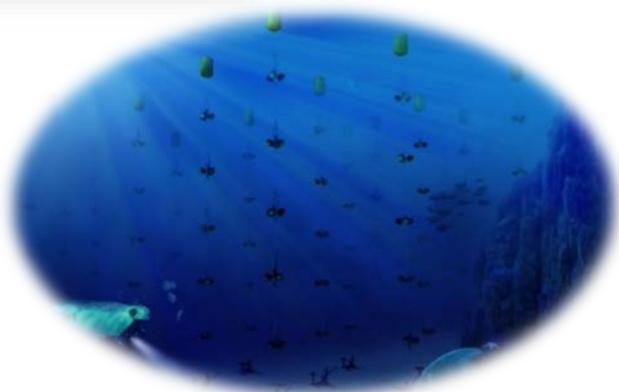
Física de neutrinos y física de astropartículas



Participamos en experimentos que investigan **las propiedades del neutrino, las oscilaciones entre familias (T2K), su jerarquía de masas (KM3NeT-ORCA) y su naturaleza (NEXT)**.



European
Research
Council



Estudiamos las partículas elementales procedentes del cosmos y utilizamos el **neutrino como un nuevo mensajero** celeste y para estudiar **la materia oscura** (KM3NeT-ORCA, Antares).

Premio Nobel de Física 2015



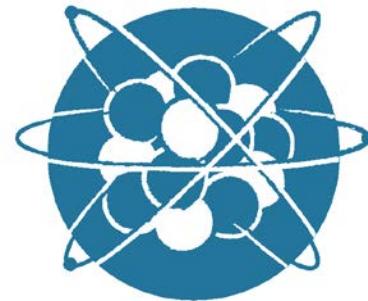
Takaaki Kajita



Arthur B. McDonald

“por el descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos, que demuestran que los neutrinos tienen masa”

Física nuclear y Física médica



Tenemos un variado programa de *investigación nuclear* que incluye, entre otros, el estudio de *núcleos alejados de la estabilidad, la incineración de residuos nucleares y las reacciones nucleares estelares* (CERN, GANIL, RIKEN, FAIR).



European
Research
Council



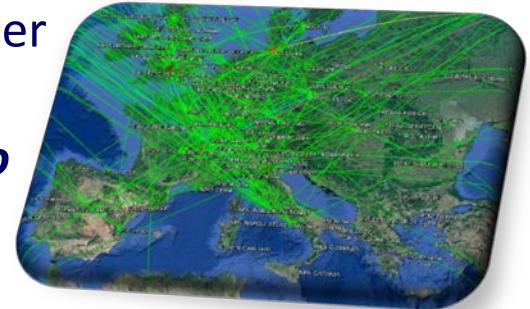
Desarrollamos aplicaciones para la *Física Médica*.
Trabajamos en *imagen médica*.
Queremos hacer llegar a España el tratamiento de
hadronterapia.



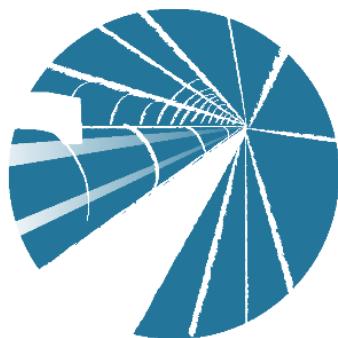
Además...



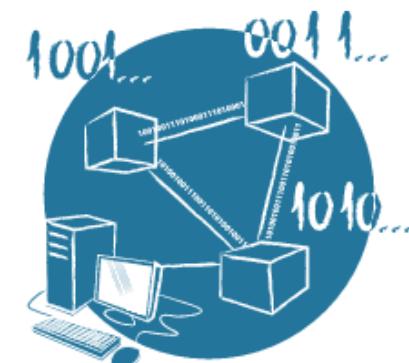
Participamos en ***el GRID, la red global de computación*** instaurada para hacer frente a los enormes requisitos de ***cálculo científico y almacenamiento*** de los experimentos del LHC.



El desarrollo de la e-Ciencia permite nuevos modelos de aplicaciones y ***explotar de forma eficiente los recursos de la comunidad científica***, facilitando una coordinación más efectiva.



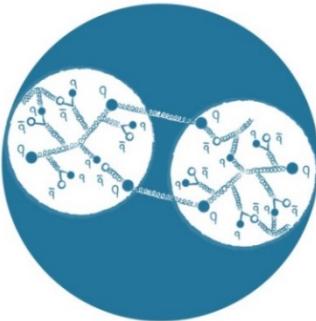
Hacemos desarrollos para los ***nuevos aceleradores*** que sucederán al LHC (ILC, CLIC, FCC) Investigamos en ***nuevas técnicas de detección***.



Física teórica

Tenemos un variado programa de *estudios teóricos* de física en el área.

Nos servimos de la *fenomenología* de partículas para entender mejor las implicaciones del *Modelo Estándar y sus posibles extensiones*. Estudiamos *las interacciones fuertes* y su teoría, *QCD*, tanto analítica como numéricamente.

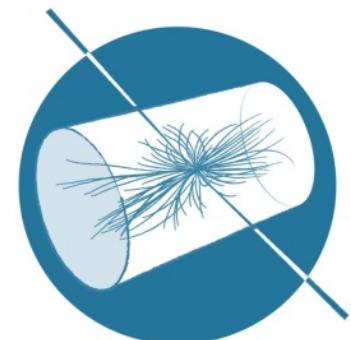


Estudiamos la *nueva espectroscopía hadrónica* a fin de explicar los *nuevos estados exóticos* descubiertos en años recientes. Hemos contribuido a describir las *interacciones del neutrino* con la materia, esencial para su estudio.

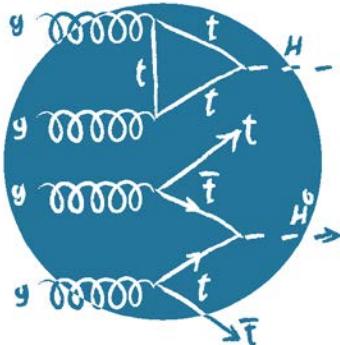
Estudiamos la física del “sabor”. Hemos ideado un método para medir *la violación de la invariancia bajo inversión temporal* y lo hemos aplicado experimentalmente (BaBar).

physicsworld.com
Physics World reveals its top 10 breakthroughs for 2012:

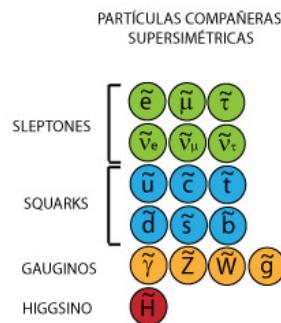
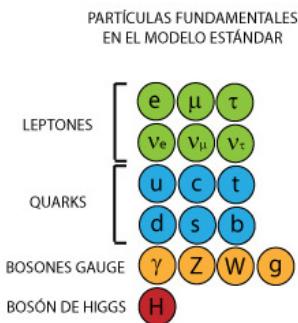
3. Time-reversal violation



Física teórica



Investigamos el fenómeno de **ruptura espontánea de simetría**, estudiando, por ejemplo, la posibilidad de que exista más de un **bosón de Higgs**.



Estudiamos las implicaciones de distintos modelos dentro de las **teorías supersimétricas** y otras más allá del Modelo Estándar. Y nos interesamos por **el Universo como un laboratorio de Física**.

Investigamos las **implicaciones cosmológicas** de las partículas y la interfase entre **la gravitación y la teoría cuántica, los agujeros negros, la supergravedad**.



$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \\ & + i \bar{\psi} \not{D} \psi + h.c. \\ & + \bar{\psi}_i \gamma_{ij} \psi_j \phi + h.c. \\ & + D_\mu \phi l^2 - V(\phi) \end{aligned}$$

Los grandes activos del IFIC (I)

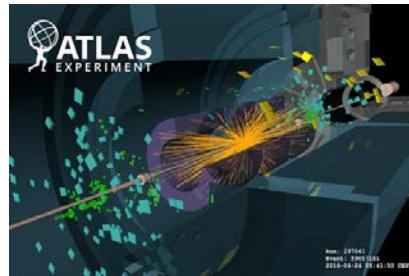
- Investiga tanto en la vertiente teórica como en la experimental de su disciplina.

La Física experimental de partículas es una disciplina muy especial que requiere complejos instrumentos científicos, grandes equipos de investigadores, es económicamente gravosa y necesita una base tecnológica y de *expertise* muy sofisticada para prosperar.

- Tiene una creciente componente de innovación y de transferencia de conocimiento y tecnología.
- Mantiene un fuerte liderazgo en muchas actividades en las que participa.

Varios miembros del IFIC tienen o han tenido puestos de responsabilidad en sus experimentos o en organismos internacionales. Logros recientes como la obtención de la **acreditación Severo Ochoa**, la obtención de dos ERC grants, la Presidencia de la Comisión de Partículas y Campos de la IUPAP y la de la Real Sociedad de Física Española, así lo atestiguan.

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4}g^2 \frac{\dot{\gamma}}{\gamma} Z_\mu^0 Z_\mu^0 [H^2 + (\phi^0)^2 + 2(2s_w^2 - 1)^2 \phi^+ \phi^-] - \frac{1}{4}g^2 \frac{s_w^2}{c_w} Z_\mu^0 \phi^0 (W_\mu^+ \phi^- \\ & - W_\mu^- \phi^+) - \frac{1}{2}ig^2 \frac{s_w^2}{c_w} Z_\mu^0 H (W_\mu^+ \phi^- - W_\mu^- \phi^+) + \frac{1}{2}g^2 s_w A_\mu \phi^0 (W_\mu^+ \phi^- \\ & + W_\mu^- \phi^+) + \frac{1}{2}ig^2 s_w A_\mu H (W_\mu^+ \phi^- - W_\mu^- \phi^+) - g^2 \frac{s_w}{c_w} (2c_w^2 - 1) Z_\mu^0 A_\mu \phi^+ \phi^- \\ & + i s_w A_\mu A_\mu \phi^+ \phi^- - \bar{e}^\lambda (\gamma^\partial + m_e^\lambda) e^\lambda - \bar{\nu}^\lambda \bar{\nu}^\lambda - \bar{u}_j^\lambda (\gamma^\partial + m_u^\lambda) u_j^\lambda - \bar{d}_j^\lambda (\gamma^\partial \\ & n_\lambda^\lambda) d_j^\lambda + ig s_w A_\mu [-(\bar{e}^\lambda \gamma^\lambda) + \frac{2}{3}(\bar{u}_j^\lambda \gamma u_j^\lambda) - \frac{1}{3}(\bar{d}_j^\lambda \gamma d_j^\lambda)] + \frac{ig}{4c_w} Z_\mu^0 (\bar{p}^\lambda \gamma^\mu (1 \\ & - \gamma^\delta) \nu^\lambda) + (\bar{e}^\lambda \gamma^\mu (4s_w^2 - 1 - \gamma^\delta) e^\lambda) + (\bar{u}_j^\lambda \gamma^\mu (\frac{2}{3}s_w^2 - 1 - \gamma^\delta) u_j^\lambda) - \\ & (\bar{d}_j^\lambda \gamma^\mu (1 - \frac{2}{3}s_w^2 - \gamma^\delta) d_j^\lambda)] + \frac{ig}{2\sqrt{2}} W_R^+ [(\bar{p}^\lambda \gamma^\mu (1 + \gamma^\delta) e^\lambda) + (\bar{u}_j^\lambda \gamma^\mu (1 + \\ & \gamma^\delta) C_{\lambda\kappa} d_j^\kappa)] + \frac{ig}{2\sqrt{2}} W_R^- [(\bar{e}^\lambda \gamma^\mu (1 + \gamma^\delta) \nu^\lambda) + (\bar{d}_j^\lambda C_{\lambda\kappa}^\dagger \gamma^\mu (1 + \gamma^\delta) u_j^\lambda)] + \\ & \frac{ig}{2\sqrt{2}} \frac{m_e^2}{M} [(\bar{p}^\lambda (1 - \gamma^\delta) e^\lambda) + \phi \cdot (\bar{e}^\lambda (1 - \gamma^\delta) \nu^\lambda)] - \frac{g}{2} \frac{m_e^2}{M} H (\bar{e}^\lambda e^\lambda) + \\ & i \phi^0 (\bar{e}^\lambda \gamma^\mu e^\lambda)] + \frac{ig}{2M\sqrt{2}} \phi^0 [-m_d^2 (\bar{u}_j^\lambda C_{\lambda\kappa} (1 - \gamma^\delta) d_j^\kappa) + m_u^2 (\bar{u}_j^\lambda C_{\lambda\kappa} (1 + \end{aligned}$$



Los grandes activos del IFIC (II)

- Es un centro muy **internacionalizado**, tanto en sus actividades científicas como en lo que respecta a su personal:
 - Trabaja en **los laboratorios más importantes del mundo**: CERN, Fermilab, KEK, RIKEN, GANIL, FAIR, etc.
 - Mantiene **colaboraciones** con una gran variedad de universidades, institutos y centros de investigación a nivel mundial.
 - Guarda relación cercana con organismos de su especialidad como el IN2P3 francés o el INFN italiano.
 - Por el IFIC ha pasado personal de más de 30 nacionalidades.
 - **Más del 50% del personal científico temporal** (pre y postdoctoral) **no es español**.
 - 15% de su personal científico permanente no es español.



Los grandes activos del IFIC (III)

- Es un instituto de **tamaño medio-grande**: unas 190 personas en investigación (de un total de más de 240):
 - Lo que propicia la **interacción científica y la sinergia** entre sus miembros.
 - Los grupos tienen **masa crítica**.
 - Tiene un **activo programa de seminarios, coloquios y conferencias**.
- Se encuentra en un **entorno docente e investigador**. Sus dependencias se reparten entre el **Campus universitario** y el **Parque Científico** de la universidad.
- Está muy imbricado con las actividades de formación de la Universidad.



Máster en Física Avanzada

- El IFIC está muy involucrado en este máster

Su director actual es miembro del IFIC y dos de sus especialidades están coordinadas por miembros del IFIC.

- Graduados (licenciados) en Física

También para graduados (licenciados) en **Matemáticas, Química e Ingenierías Técnicas y Superiores** con interés en especializarse en algún campo de la Física.

- Orientación y salidas profesionales

Orientado fundamentalmente a la **investigación** universitaria, empresarial, organismos de investigación nacionales como internacionales.

- Carácter **interdisciplinar**
4 especialidades

- Física Teórica
- Física Nuclear y de Partículas
- Astrofísica
- Fotónica

- Programa de Doctorado en “Física” (**UVÉG**).

- Programa Oficial de Doctorado en **Física**, acreditado con la “**Mención para la Excelencia**”, (MEE2011-0010).
- Acceso desde el **Máster Física Avanzada**
- Posibilidad de acceder desde otros másteres

Plan de Estudios (60 ECTS)

▪ **Primer semestre** (36 ECTS)

- Septiembre a marzo.
- 6 asignaturas de 6 ECTS dependiendo de la especialidad.
- Posibilidad de elegir asignaturas optativas de otras especialidades

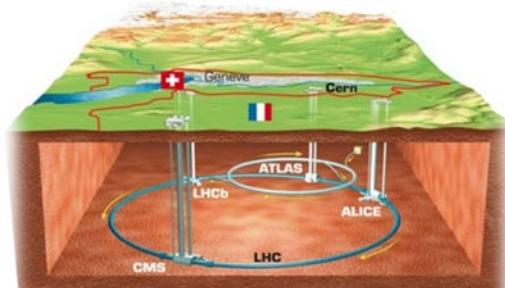
Especialidad en Física Teórica

Materia 1.- Introducción a la Física Teórica (12 ECTS)

- Partículas Elementales (6 ECTS)
- Teoría Cuántica de Campos I (6 ECTS)

Materia 2.- Interacciones fundamentales (18 ECTS)

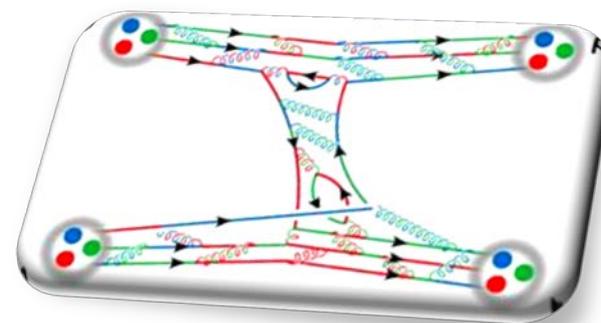
- Teoría Cuántica de Campos II (6 ECTS)
- Interacciones electro-débiles (6 ECTS)
- Interacciones fuertes (6 ECTS)



▪ **Segundo semestre** (24 ECTS)

Iniciación a la Investigación:

- Marzo a julio.
- **Complementos de investigación:** a elegir entre “Estancia de Investigación” (6 ECTS) o “Iniciación a Trabajo Fin de Máster” (6 ECTS).
- **Trabajo Fin de Máster** (18 ECTS).



Especialidad en Física Nuclear y de Partículas

Materia 4.- Física Nuclear y de Partículas y Aplicaciones (24 ECTS)

- Física de Partículas Experimental (6 ECTS)
- Física Nuclear Experimental (6 ECTS)
- Técnicas Experimentales de Física Nuclear y de Partículas (6 ECTS)
- Aplicaciones médicas de la Física Nuclear y de Partículas (6 ECTS)

Doctorarse en Física en el IFIC

- Las investigaciones abarcan **un amplio rango de temas tanto teóricos como experimentales**.
- El IFIC es **reconocido a nivel español e internacional**
Acreditación Severo Ochoa, 4 proyectos Consolider (2 dirigidos por miembros del IFIC), 2 ERC grants, fuerte participación en FP VI, VII y H2020, 11 proyectos de excelencia Prometeo del gobierno local.
- Unas **20 tesis leídas al año** (y aumentando).
- Más de **80 doctorandos** actualmente.
- Tasa alta de colocación de sus doctorandos en otras instituciones.
- La **Facultad de Física de la UV** aparece bien posicionada en los rankings internacionales

¡Es una de “las grandes” de España y según qué ranking y qué año es la primera!

Investigar en el IFIC

- En el IFIC se realiza una **investigación muy variada** en Física de partículas, astropartículas y nuclear tanto en su vertiente teórica como experimental.
- Está **muy internacionalizado**. Tiene un activo programa de pre- y postdoctorales, que se ha incrementado con la concesión de la acreditación como Centro de Excelencia Severo Ochoa
- Recibe **frecuentes visitas y estancias** de personal científico de plantilla de otros institutos y universidades.
- Mucho del personal formado en el IFIC ha continuado su carrera investigadora en otras instituciones de todo el mundo.