

FPA2011-23596: Interacciones Fundamentales y sus Implicaciones Experimentales

- Francisco José Botella Olcina (IP)
- José Bernabéu Alberola
- Gabriela Barenboim
- José Manuel Bordes Villagrasa
- Francisco Campanario Pallás (50%)
- Sergio Palomares Ruiz
- José A. Peñarrocha Gantes
- Miguel Ángel Sanchis Lozano
- Oscar Vives García

FPA2011-23897: Estudios perturbativos y no perturbativos del modelo estándar y sus extensiones

- Vicent Giménez Gómez (IP)
- Armando Pérez Cañellas
- Arcadi Santamaria Luna
- Jordi Vidal Perona

GVPROMETEOII2014-087: *Estudios perturbativos y no perturbativos del Modelo Estándar y sus extensiones*

GVPROMETEOII2013-017: *De la física del LHC a las claves del universo primordial en la era de los datos*

GVPROMETEOII2014-049: *Aproximación teórico-experimental a la búsqueda de nueva física con sabores pesados*

FPA2014-54459-P

Elementary Particles: the Standard Model and Beyond

FPA2014-54459-P

Elementary Particles: the Standard Model and Beyond

Equipo de Investigación:

- Arcadi Santamaria Luna (IP1, IP GVPROMETEOII2014-087)
- José A. Peñarrocha Gantes (IP2)
- José Bernabéu Alberola (IP GVPROMETEOII2013-017)
- Gabriela Barenboim
- José Manuel Bordes Villagrasa
- Francisco Campanario Pallás (50%)
- Vicent Giménez Gómez
- Sergio Palomares Ruiz (CSIC)
- Armando Pérez Cañellas
- Miguel Angel Sanchis Lozano
- Jordi Vidal Perona
- Oscar Vives García

Equipo de trabajo local:

- Cristian Bosch Serrano
 - Maria Luisa López Ibáñez
 - Dr. Wanil Park
 - Dr. Dipankar Das
 - Dr. Michael Jay Pérez
 - Alejandro Segarra Tamarit
 - Julian Alcaide
- (NEW 20016)**
- Dr. Giuseppe Di Molfetta
 - Carlos Faubel Alamà
 - Ivan Márquez Martín
 - Aurora Melis
 - Dr. Mikael Rodríguez Chala

Colaboración estrecha en **MOEDAL** a través de **GVPROMETEOII2013-017**

Colaboración estrecha en **LHCb** a través de **GVPROMETEOII2014-049**

FPA2014-54459-P

Elementary Particles: the Standard Model and Beyond

Equipo de trabajo externo:

- CESAREO DOMÍNGUEZ
- KARL SCHILCHER
- JAE-HYEON PARK
- JUAN ANDRÉS HERRERO GARCÍA
- NURIA CARRASCO VELA
- MARGARIDA HINAREJOS DOMÉNECH
- MIKEL JAMES BAKER
- JOEL JONES PÉREZ
- ROBERTO MARTÍNEZ MARTÍNEZ
- PARIDE PARADISI
- JAVIER RASERO DAPARTE
- NICOLÁS BERNAL HERNÁNDEZ
- ALEJANDRO ROMANELLI
- MARI CARMEN BAÑULS POLO

- INÉS DE VEGA RODRIGO
- HONG-MO CHAN
- EDWARD SARKISYAN-GRINBAUM
- SHEUNG TSUN TSOU
- GABRIEL GONZÁLEZ SPRINBERG
- STEFANO BERTOLINI
- JOSÉ WUDKA
- ANTONIO MASIERO
- NIKOLAOS MAVROMATOS
- JOSEPH LYKKEN
- WILLIAM BARDEEN
- MARÍA DE LOS ANGELES MOLINÉ
- GAUTAM BHATTACHARYYA

Research Lines

A. QCD

J.A. Peñarrocha, J.M. Bordes, F. Campanario, V. Giménez, M.J. Baker, C. Domínguez, K. Schilcher
H.M. Chan, S.T. Tsun, N. Carrasco, D. Palao en colaboración con la ETMC

A.1 Reglas de suma de energía finita y QCD perturbativa

A.2 QCD en el retículo

B. Interacciones débiles en el Modelo Estándar y sus extensiones

J. Bernabéu, G. Barenboim, F. Campanario, V. Giménez, S. Palomares, M. A. Sanchis, A. Santamaria, J. Vidal, O. Vives, D. Das, M. Chala, M.J. Perez, C. Bosch, M.L. López-Ibáñez, A. Segarra, J. Alcaide, C. Faubel, A. Melis, W. Bardeen, S. Bertolini, J. Lykken, J. Wudka, J.A. Herrero, J. Jones, J.H. Park, G. González-Sprinberg, R. Martínez, E. Sarkisyan-Grinbaum, A. Masiero, P. Paradisi, N. Mavromatos, N. Bernal, M.A. Moliné, J. Rasero

B.1. Neutrinos y violación del sabor leptónico

B.2. Higgs y nuevos bosones escalares

B.3. Momentos Dipolares de fermiones

B.4. Nueva física en LHC y futuros aceleradores

B.5. El problema del sabor

B.6. Astropartículas y Cosmología

C. Información Cuántica

A. Pérez, Iván Márquez, M.C. Bañuls, I. De Vega, A. Romanelli, M. Hinarejos, G. Di Molfetta

QCD

A.1 Reglas de suma de energía finita y QCD perturbativa

A.1.1. Determinaciones precisas de masas de quarks mediante QCD Sum rules.

A.1.2 Determinaciones precisas de las constantes de desintegración de resonancias piónicas y kaónicas, vectoriales pesadas y de mesones pesados Ds y Bc.

A.1.3 Contribuciones fuertes a la anomalía del momento magnético del muón ($g-2$)

A.1.4. Estudio de la convergencia de QCD con la constante de acoplamiento

A.1.5. Correcciones NLO en QCD en producción VV jet jet

A.2 QCD en el retículo con fermiones twisted mass

A.2.1 Determinación del espectro mesónico y bariónico con fermiones twisted mass-clover $N_f=2$.

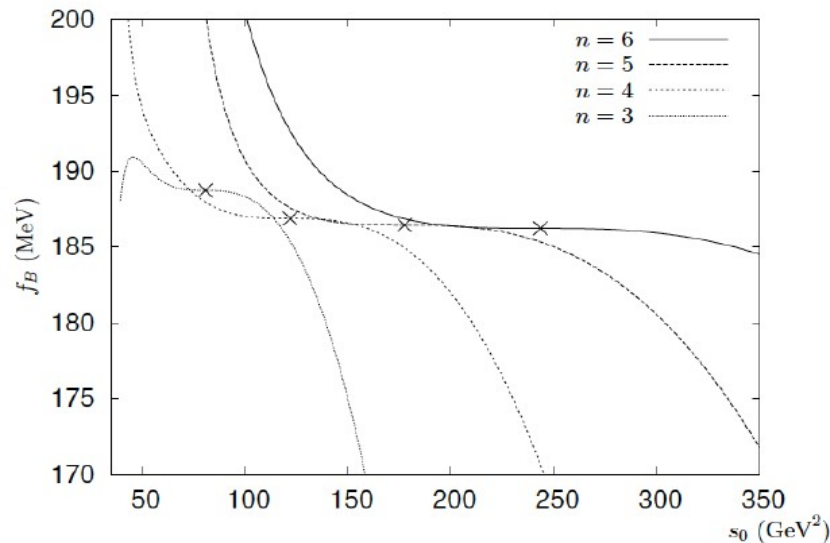
A.2.2 Determinación del valor de las constantes de bajas energías de χ PT.

A.2.3 Determinación de diversos parámetros físicos con fermiones tm para $N_f = 2+1+1$

- Masas de los quarks ligeros, del quark extraño y del quark encantado
- Parámetros BB y BBs
- Desintegraciones semileptónicas del mesón doblemente pesado Bc
- Física del quark b.
- Desintegraciones leptónicas y semileptónicas del Kaón y del mesón D

A.2.4 Correcciones electromagnéticas a procesos hadrónicos en lattice QCD.

A.1.2 Determinación de constantes de desintegración de mesones pesados mediante reglas de suma



**J.M. Bordes, J.A. Peñarrocha Cam
(M.J. Baker)**

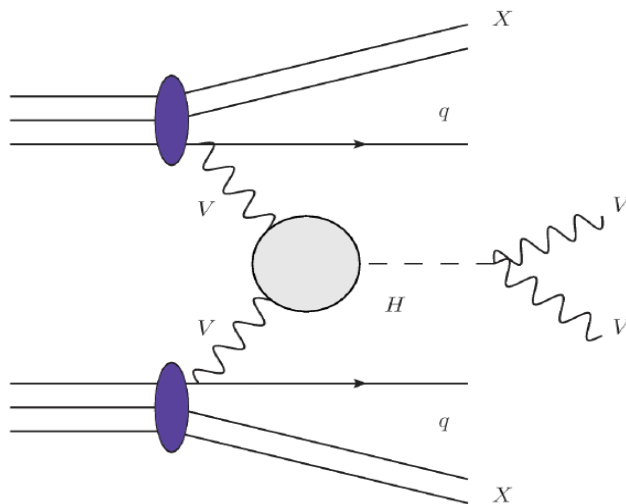
$$\frac{f_{B_s}}{f_B} = 1.19 \pm 0.02 \pm 0.04 ,$$

$$f_{B_c} = 528 \pm 9 \pm 17 \text{ MeV} ,$$

$$f_B = 186 \pm 11 \pm 9 \text{ MeV} ,$$

$$f_{B_s} = 222 \pm 11 \pm 4 \text{ MeV} ,$$

A.1.5. Correcciones NLO en QCD en producción VV jet jet



**F. Campanario
(R. Roth, S. Sapeta, D. Zeppenfeld)**

- Background en búsquedas de nueva física
- Bbackground para producción del Higgs vía Vector boson fusion
- Imprescindibles para estudiar $VV \rightarrow VV$ (test de SSB, línea B.2.4)

Weak Inter. in the SM and Beyond

B.1. Neutrinos y violación del sabor leptónico

- B.1.1 Determinación masas y mezclas de los neutrinos.
- B.1.2 Análisis de los datos presentes y futuros de telescopios de neutrinos.
- B.1.3 Modelos radiativos de masas de neutrinos.
- B.1.4 LFV mediante operadores efectivos y modelos.
- B.1.5 Modelos de neutrinos con invariancia de escala a nivel clásico.

B.2. Higgs y nuevos bosones escalares

- B.2.1 Nueva física en 2HDM y supersimetría.
- B.2.2 Violación del sabor en las desintegraciones del Higgs.
- B.2.3 Estudio de los acoplamientos trilineales del Higgs.
- B.2.4 Estudio de la dispersión de W_L (vector boson fusión) para comprobar la SSB del SM.

B.3. Momentos Dipolares de fermiones

- B.3.1 Momentos dipolares y modelos.
- B.3.2 Momentos dipolares del quark top.
- B.3.3 Momentos dipolares de neutrinos en contextos astrofísicos.

Weak Inter. in the SM and Beyond

B.4. Nueva física en LHC y futuros aceleradores

- B.4.1 Análisis de modelos supersimétricos en el LHC
- B.4.2 Sectores ocultos y correlaciones de partículas en el LHC
- B.4.3 Factores de forma de los acoplamientos de quarks en el LHC
- B.4.4 Contribuciones BSM a vector boson fusion mediate operadores efectivos
- B.4.5 Producción y detección de escalares simple y doblemente cargados en el LHC

B.5. El problema del sabor

- B.5.1 Estudio sistemático del sabor en extensiones del Modelo Estándar
- B.5.2 FCNC en el LHC
- B.5.3 CP y FCNC en experimentos a bajas energías

B.6. Astropartículas y Cosmología

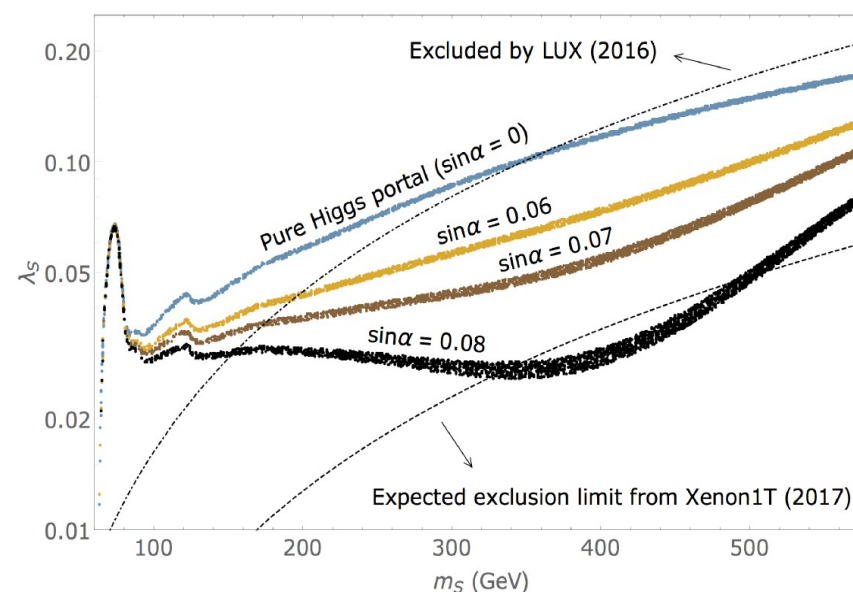
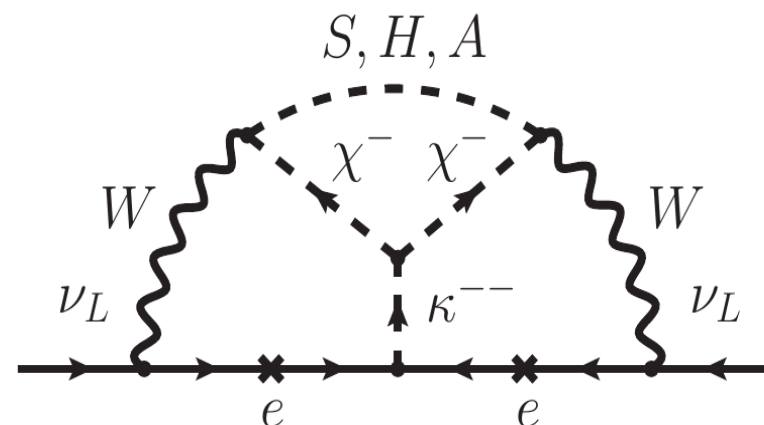
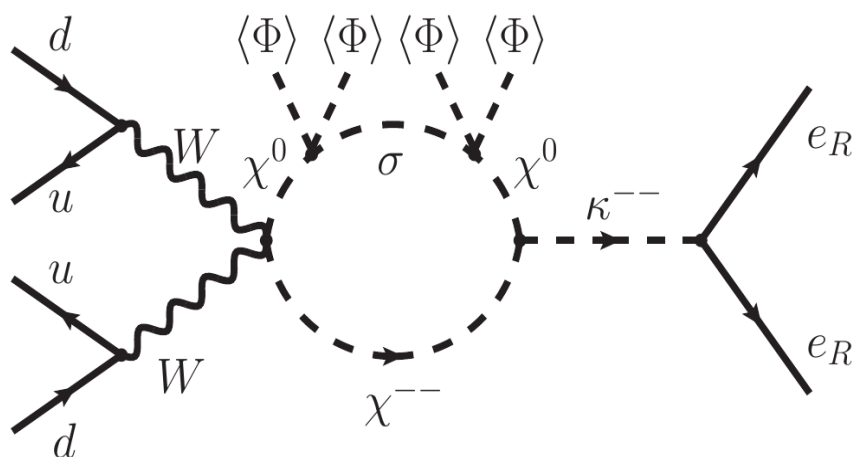
- B.6.1 Análisis de las incertidumbres en la detección no gravitatoria de materia oscura
- B.6.2 Inflación con condensados de neutrinos
- B.6.3 Inflación y supersimetría
- B.6.4 Producción de la asimetría bariónica del Universo en modelos Supersimétricos
- B.6.5 Estudio del campo gravitatorio combinado generado por una Masa y por la Constante Cosmológica
- B.6.6 Detección de materia oscura en el LHC
- B.6.7 Ondas gravitacionales a partir de transiciones de fase de primer orden

B.1.3 Modelos radiativos de masas de neutrinos

Ejemplo con solo escalares (masas a 3 loops):
J. Alcaide, D. Das, A. Santamaria

- Matriz de masas predictiva
- Nuleless 2beta grande (no dominado por masas)
- Candidato a materia oscura
- Procesos con LFV grande
- Correcciones al parámetro T
- Escalares cargados en el LHC

$$0\nu\beta\beta$$



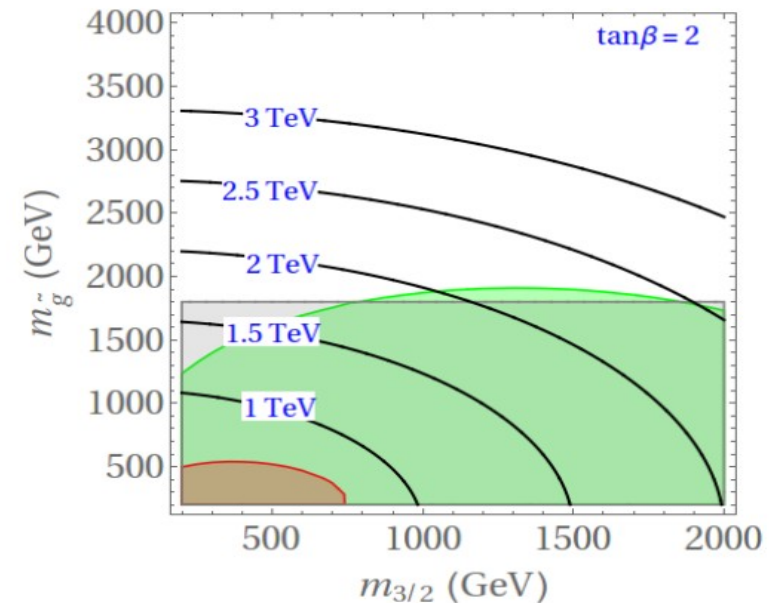
B.5.1 Estudio sistemático del sabor en extensiones del Modelo Estándar

Oscar Vives

(D. Das , M. L. López-Ibáñez, M.J. Pérez)

Un ejemplo en donde $SU(3)_f$ se ha implementado en un escenario supersimétrico

Los datos sobre ΔM_K y ϵ_K permiten comprobar el mecanismo de sabor y restringir el espacio de parámetros permitido



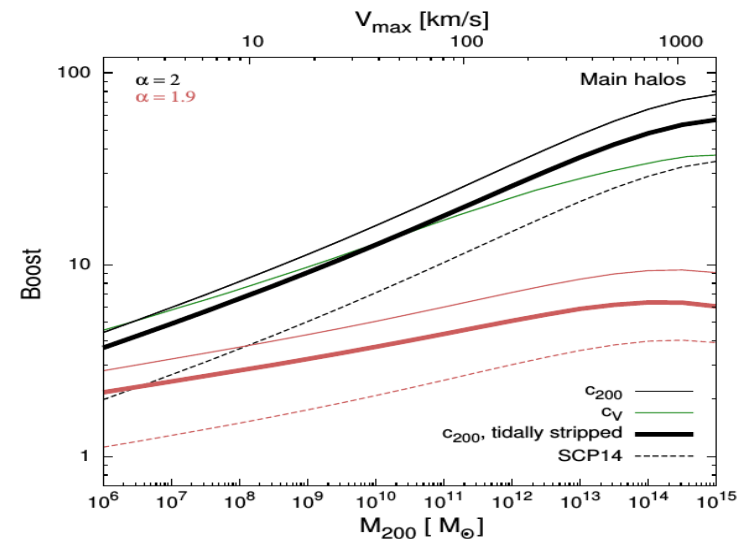
B.6.1 Análisis de las incertidumbres en la detección no gravitatoria de materia oscura

Segio Palomares-Ruiz

(M.A. Moliné, M.A Sánchez-Conde)

Estudio la estructura de los subhalos de DM y la posibilidad de que aumenten la señal de detección por aniquilación directa de DM.

El aumento podría ser 2-3 veces mayor que el estimado anteriormente.

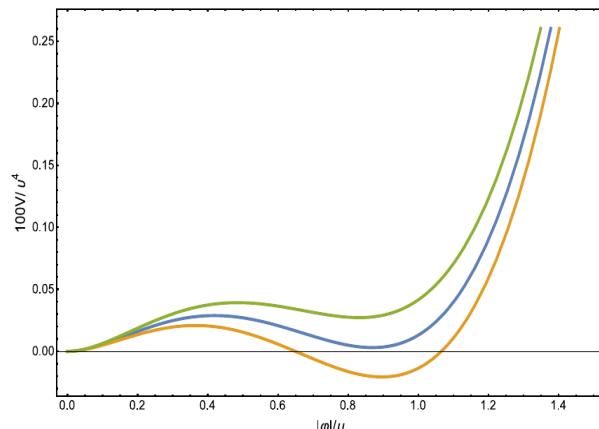


B.6.7 Ondas gravitacionales a partir de transiciones de fase de primer orden

**Gabriela Barenboim
(Cristian Bosch)**

Posibilidad de tener rotura espontánea de simetrías por condensados de neutrinos righthanded
(a la Nambu-Jona-Lasinio)

Campo escalar efectivo con un potencial no trivial.



En la transición de fase se producen ondas gravitacionales que podrían ser observadas.

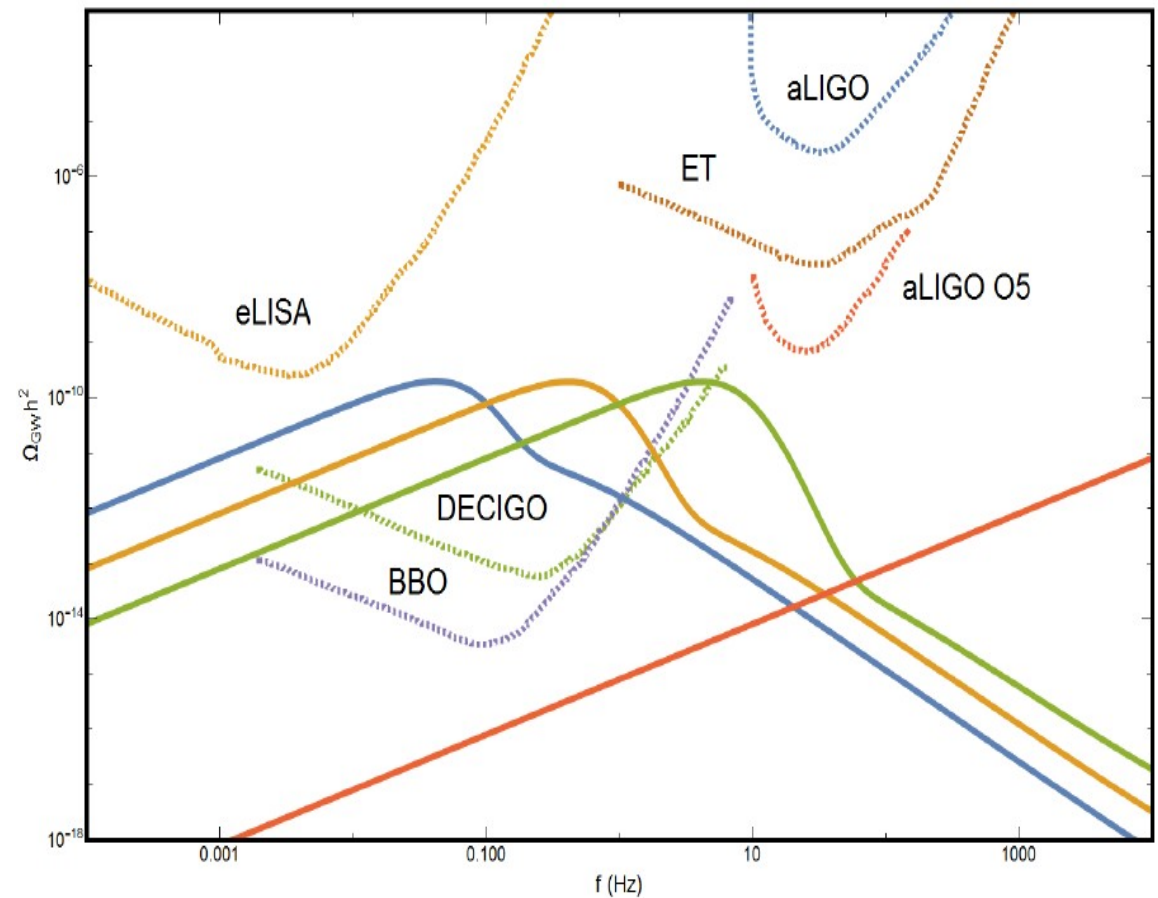


Figure 3: Gravitational wave signal for different mass and v energy scales (1 TeV - Blue, 10 TeV - Orange, 100 TeV - Green, $10^{-9} \text{ M}_\text{P}$ - Red) compared to detectors reading spectra.

Quantum Information

C.1 Comportamiento dinámico de una partícula con espín en una red mediante funciones de Wigner.

C.2 Estudio del proceso de decoherencia en el camino cuántico.

C.3 Relaciones de dispersión en dos dimensiones, para el diseño de estados extensos en la red.

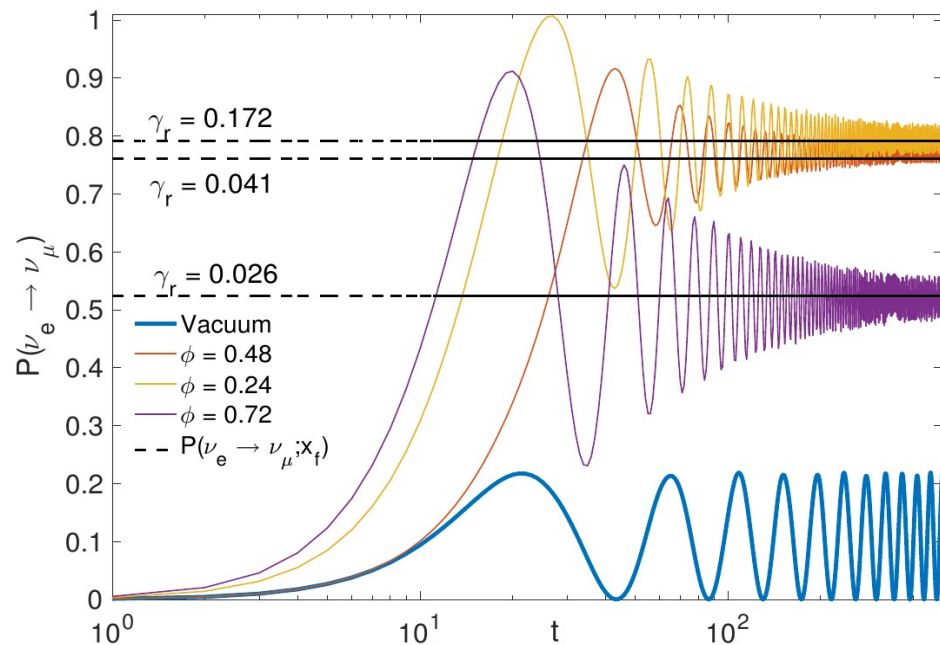
C.4 Sistemas cuánticos abiertos

C.5 Termodinámica Cuántica.

Aplicaciones en física de partículas:

Quantum Walks as simulators of
neutrino oscillations in vacuum and matter
New J.Phys. 18 (2016) 10, 103038

Simulación para una densidad
Lineal de materia



Outreach

Miguel Angel Sanchis

- Vicepresidente de la Real Sociedad Española de Física,
- Diversas Conferencias de divulgación.
- Varios artículos de divulgación.
- Coordinación y participación en el Pint of Science, "De los átomos a las galaxias"

José Bernabéu

- Serie de conferencias en la Universitat d'Alacant sobre Partículas Elementales y Cosmología.
- Entrevista en "Is the Universe a Hologram? and Other Questions", Adolfo Plasencia, The MIT Press.

Sergio Palomares Ruiz

- Artículo divulgativo sobre KMT3NeT

Arcadi Santamaria

- Charlas de divulgación sobre neutrinos y el bosón de Higgs.

Armando Pérez

- Ciclo de conferencias sobre Mecánica Cuántica en la Fundación Valenciana de Estudios Avanzados.

Organizado por José María Ibañez y Armando Pérez

Spin off

Vicent Giménez

A LQCD spin-off: sub-minute high performance Monte Carlo calculations for accelerator physics, radiotherapy and nuclear medicine

Uso de la experiencia en simulaciones Monte Carlo adquirida en los estudios de Lattice QCD para estudiar el transporte y absorción de radiación a través de materia con geometrías arbitrarias.

Implementar la física de PENELOPE para conseguir que puedan ejecutar las simulaciones en tiempo real.

Aplicaciones en física de aceleradores, radioterapia y medicina nuclear.

Outlook

- Todos los proyectos se están desarrollando a buen ritmo y se están abriendo nuevos a pesar de que casi todos los miembros del equipo de investigación tienen obligaciones docentes.
- El proceso de unificación ha permitido aprovechar las sinergias entre los diferentes miembros del grupo y mantener las colaboraciones con otros grupos del IFIC y de fuera de Valencia.
- La falta de investigadores contratados por el CSIC, sin obligaciones docentes, es un handicap importante para el proyecto, ya que le resta agilidad a la hora de encarar temas candentes.
- Las perspectivas a corto plazo son muy buenas, sin embargo, a más largo plazo, las perspectivas no son tan claras debido a las dificultades que estamos encontrando para renovar el equipo.