

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema: Física Biomédica

Plazas: 2

Objetivos:

La Física y la Medicina van de la mano desde hace mucho tiempo. El cuerpo humano es opaco, no deja pasar la luz. Saber lo que ocurre dentro siempre ha sido un desafío y los médicos siempre han necesitado usar técnicas físicas para entenderlo. Antes fonendoscopios y microscopios, ahora también escáneres, gamma-cámaras, etc. Multitud de mecanismos basados en principios físicos sirven para diagnosticar si nuestro organismo funciona como es debido.

Otras aplicaciones importantes de la Física en los Hospitales son el tratamiento de los tumores o casos quirúrgicos difíciles por radioterapia y el control de la radiación dentro de los centros.

En este trabajo se propone estudiar y describir alguna de estas técnicas. El alumno elegirá una entre

1. Diagnóstico por Resonancia Magnética
2. Imagen por Rayos X: Imagen proyectiva y TAC.
3. Imagen por Rayos Gamma: Gamma-cámaras, SPET y PET
4. Radioterapia.
5. Dosimetría.

Se trata de un trabajo de índole fundamentalmente bibliográfica.

Metodología:

Una herramienta fundamental para la realización del TFG es la bibliografía. Aparte de la general listada más abajo, puede ser necesario buscar y consultar artículos adicionales.

El alumno contará con el asesoramiento de profesores especialistas en el campo, cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.

Se recomienda para personas interesadas en la Física Médica y aquellos alumnos potencialmente interesados en el Máster de Física Biomédica. Es aconsejable, aunque no imprescindible haber cursado o cursar la asignatura "Interacción Radiación-Materia".

Actividades
Formativas

Asesoramiento personalizado por profesores del departamento.

Bibliografía:

- [1] *The Physics of Radiology*, H. R. Johns and J. R. Cunningham; Charles C. Thomas 1983.
- [2] *Physics in Nuclear Medicine*, Simon R. Cherry, James A. Sorenson, Michael E. Phelps. Saunders 2003.
- [3] *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*, Frank Herbert Attix; Wiley 2004.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema:

Aceleradores cósmicos extremos: Púlsares y Agujeros Negros

Plazas:

1

Objetivos:

Los púlsares y los agujeros negros supermasivos se encuentran entre los entornos astrofísicos más fascinantes, en los que la aceleración de partículas hasta energías ultra-relativistas origina la emisión de potentes chorros de rayos gamma.

Los púlsares son estrellas de neutrones en las que se combinan intensos campos magnéticos y gravitatorios con altísimas velocidades de rotación. El efecto combinado dar lugar a la emisión de pulsos de radiación electromagnética a intervalos regulares. Recientemente se ha descubierto la emisión de rayos gamma de muy alta energía procedente de dos de estos objetos, hecho que desafía los modelos teóricos actuales. Por su parte, el centro de muchas galaxias alberga agujeros negros supermasivos. De estos centros galácticos, llamados núcleos galácticos activos, emergen inmensos chorros de partículas a velocidades próximas a la de la luz, que pueden dar lugar a la emisión de rayos gamma. A parte de la emisión de radiación, las partículas aceleradas también pueden llegar hasta nosotros, lo que convierte a los núcleos galácticos como el origen más probable de los Rayos Cósmicos de ultra alta energía que llegan hasta la Tierra. Se han encontrado casi un centenar de núcleos galácticos emisores de rayos gamma de muy alta energía, la mayoría durante fases esporádicas en las que la fuente emite un intenso destello de rayos gamma para después desaparecer.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de adquirir una comprensión general sobre los mecanismos de aceleración de partículas hasta energías ultra-relativistas en entornos astrofísicos violentos, tanto galácticos como extra-galácticos. Asimismo se familiarizará con las técnicas de detección de rayos gamma con telescopios espaciales y terrestres de última generación.

Metodología:

Se trata de un trabajo fundamentalmente bibliográfico.

Aparte de la general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan los últimos avances en el campo objeto de estudio. Para todo ello el alumno contará con el asesoramiento de profesores especialistas en este campo y cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.

Actividades
Formativas

Las organizadas por el departamento.
Asesoramiento personalizado por profesores del departamento.

Bibliografía:

- [1] Particle Astrophysics. D. Perkins, Oxford University Press (2009).
- [2] High-energy astrophysics. Vol. 1 y 2. M.S. Longair, Cambridge University Press (1992).
- [3] High energy cosmic rays. T. Stanev, Springer (2010).
- [4] <http://cta.gae.ucm.es>.
- [5] <https://magic.mpp.mpg.de/>.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema: Astronomía con neutrinos

Plazas: 1

Objetivos:

Los últimos años han visto las primeras detecciones de neutrinos de alta energía de origen cósmico por parte del observatorio IceCube. El futuro observatorio km^3 está también dando sus primeros pasos. Con estos hitos se certifica el comienzo de la era de la Astronomía con neutrinos.

Este trabajo busca que el alumno se familiarice con las bases de los observatorios de neutrinos de alta energía y sus objetivos físicos

Metodología:

Se trata de un trabajo fundamentalmente bibliográfico. El alumno contará con el asesoramiento de profesores del Grupo de Física de Altas Energías, con experiencia en la materia, cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.

Actividades Formativas: Las organizadas por el departamento. Asesoramiento personalizado por profesores del departamento.

Bibliografía:

[1] Towards High-Energy Neutrino Astronomy. A Historical Review. C. Spiering arXiv:1207.4952.

[2] Neutrino Physics and Astrophysics with IceCube. T. Monntaruli. arXiv:1512.07978

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema:

Balas cósmicas

Plazas:

1

Objetivos:

Cuando un rayo cósmico incide sobre la atmósfera terrestre interacciona con los núcleos del aire (N, O) dando lugar a una cascada de partículas elementales. Si el rayo cósmico tiene suficiente energía estas partículas pueden llegar al suelo y ser detectadas. A partir de la extensión espacial de la cascada se puede inferir la energía que tenía el rayo cósmico primario.

Cuando en 1962 J. Linsley detectó en Volcano Ranch (Albuquerque) una cascada gigante que debería haber sido producida por un rayo cósmico de 10^{20} eV, la comunidad científica no podía dar crédito a esta observación. Una partícula elemental de 10^{20} eV tiene tanta energía como un saque de tenis a 150 km/h o incluso un disparo de bala. ¿Que aceleradores cósmicos son capaces de alcanzar energías tan grandes?. Piénsese que la energía de los protones del LHC (CERN) es de $\sim 10^{13}$ eV, siete órdenes de magnitud inferior.

A pesar de que se han seguido detectando y estudiando estos rayos cósmicos, aun hoy día no se conoce su origen. Una de las principales dificultades para su estudio es su bajo flujo puesto que nos llegan a un ritmo ~ 1 partícula/km²/siglo. Por ello es necesario usar detectores en el suelo con áreas efectivas de miles de km².

El Observatorio Pierre Auger www.auger.org detecta y estudia con precisión estos rayos cósmicos con el objetivo de identificar su naturaleza, las fuentes cósmicas que los originan y las posibles implicaciones en física de partículas a energías muy superiores a las de los aceleradores construidos por el hombre.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de entender los procesos que dan lugar a las cascadas atmosféricas, las técnicas experimentales para su detección y análisis con el objetivo de medir las propiedades de estos rayos cósmicos de tan alta energía. Asimismo conocerá el estado actual del campo, los grandes avances que se han conseguido desde la primera observación en 1962 y las numerosas incógnitas que son el objetivo de los modernos observatorios de rayos cósmicos, en particular del

Observatorio Pierre Auger.

Metodología:

El alumno podrá elegir la orientación del trabajo en relación con sus intereses, sean estos dirigidos a las técnicas experimentales, la Física de Partículas o los modelos astrofísicos asociados.

Una herramienta fundamental para la realización del TFG es la bibliografía. Aparte de la general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan de manera adecuada al nivel de conocimientos previos del alumno, los últimos avances en el campo objeto de estudio.

Para todo ello el alumno contará con el asesoramiento de profesores especialistas en este campo y cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.

Finalmente el alumno tendrá que redactar una memoria del trabajo realizado siguiendo el procedimiento y las reglas de estilo de la literatura científica. Posteriormente deberá presentarlo públicamente siguiendo también la metodología habitual en la presentación oral de trabajos científicos. Para ello contará con el asesoramiento de los profesores encargados de juzgar los TFG del Departamento.

Actividades
Formativas

Asesoramiento personalizado por profesores del departamento.

Bibliografía:

- [1] High energy cosmic rays . T. Stanev. Springer (2010).
- [2] Ultra-high energy cosmic rays: Observational results. P. Sommers
Astroparticle Physics 39–40 (2012) 88–94.
- [3] Ultra-high energy cosmic rays. A. Letessier-Selvon and Todor Stanev
Rev. Modern Phys. 83 (2011) 907.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	Inteligencia artificial aplicada a física de astropartículas: introducción a las técnicas de Deep Learning.
Plazas:	1
Objetivos:	<p>La aparición de nuevos modelos de redes neuronales y la multiplicación de la potencia de cálculo disponible están dando un nuevo impulso a las técnicas de Inteligencia Artificial conocidas como Deep Learning.</p> <p>Este trabajo busca que el alumno conozca las bases de estas técnicas y las aplique en algunos ejemplos sencillos dentro del marco de la física de astropartículas. Los telescopios Cherenkov detectan de forma indirecta rayos gamma de altas energía de origen extraterrestre. Funcionan detectando imágenes de las cascadas de partículas generadas como consecuencia de la absorción atmosférica de dichos rayos gamma. Otros tipos de partículas (en su mayoría núcleos de Hidrógeno y Helio) llamados de forma genérica rayos cósmicos, también inciden en la atmósfera terrestre, generando cascadas muy similares. Las imágenes de rayos cósmicos forman el fondo dominante frente a las imágenes de rayos gamma. Consecuentemente, la clasificación de imágenes es de vital importancia a la hora de analizar los datos recogidos por estos telescopios. Este trabajo pretende explorar el potencial de las técnicas de Deep Learning al problema de clasificación de imágenes en telescopios Cherenkov.</p>
Metodología:	<p>Se trata de un trabajo bibliográfico y aplicado.</p> <p>Se proporcionará al alumno bibliografía básica sobre los fundamentos de las técnicas de Deep Learning y el estado del arte, así como sobre el software libre utilizado para en el campo.</p> <p>Se dispone asimismo de ordenadores equipados con hardware y software específico para acelerar el entrenamiento de sistemas de redes neuronales donde se realizarán aplicaciones sencillas.</p> <p>El alumno contará con el asesoramiento de profesores del grupo de investigación de Física de Altas Energías, con experiencia en la materia, y personal técnico del departamento, cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.</p>

Actividades
Formativas

Las organizadas por el departamento.
Asesoramiento personalizado por profesores del departamento.

Bibliografía:

[1] LeCunn et al., *Deep Learning*, Nature 521, 436-444 (2015)
<http://www.nature.com/nature/journal/v521/n7553/full/nature14539.html>
[2] <https://www.cta-observatory.org/>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema:

ENERGÍA. Mejora de la eficiencia energética en procesos de generación de energía

Plazas:

1

Objetivos:

- Familiarizar al alumno con el concepto de eficiencia energética
- Evaluar el rendimiento en procesos de generación de energía
- Realizar un estudio comparativo de ciclos termodinámicos enfocado a la mejora del rendimiento en procesos de generación de energía

Metodología:

- Revisión bibliográfica del estado del arte
- Estudio y evaluación de distintos procesos energéticos desde un punto de vista generalista, así como de la eficiencia media con la que operan
- Análisis de las distintas formas de mejorar el rendimiento energético en los distintos ciclos termodinámicos
- Desarrollo de un análisis científico-técnico con vistas a la mejora de la eficiencia y ahorro energético: propuesta de soluciones

Bibliografía:

- [1] Thermodynamics: an Engineering approach. Yunus A. Çengel and Michael A. Boles. 7th. Edition. McGraw-Hill. 2008
- [2] Eficiencia Energética Eléctrica. Tomo I. J.M^a Merino. Cadem IBerdrola. 1^a edición. 2000
- [3] Eficiencia Energética Eléctrica. Tomo IV. J.M^a Merino. Cadem IBerdrola. 1^a edición. 2000
- [4] CRC Handbook of Energy Efficiency. Frank Kreith and Ronald E. West. CRC Press. 1997
- [5] Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy. Frank Kreith and D. Yogi Goswami. CRC Press. 2007
- [6] Fundamentals of Renewable Energy Processes. 2nd. Edition. Aldo Vieira da Rosa. Academic Press. 2009

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema:

ENERGÍA. Estudio del proceso evolutivo e implantación de sistemas energéticos en la sociedad moderna

Plazas:

1

Objetivos:

- Familiarizar al alumno con el concepto de proceso evolutivo en un sistema energético de origen renovable: factor de cobertura energética
- Aprender la metodología para estimar el factor de cobertura de una determinada tecnología a partir de datos reales
- Realizar un estudio predictivo sobre un caso concreto

Actividades formativas:

Análisis de requerimientos energéticos y generación de energía asociada a una tecnología específica dentro del campo de las energías renovables
Manejo de la ecuación de Vershult: determinación de coeficientes de correlación
Aprendizaje de métodos predictivos para la evaluación de la cobertura de un determinado sector energético

Metodología:

- Revisión bibliográfica del estado del arte
- Estudio y evaluación de los sistemas de generación de energía de fuentes renovables
- Caracterización de la demanda energética para sectores específicos
- Análisis del factor de cobertura energética como función de la demanda y generación
- Desarrollo de un modelo matemático simple basado en la ecuación de Vershult a partir de la parametrización del proceso
- Selección de una tecnología concreta y un sector de demanda específico
- Análisis de la situación energética: determinación de las condiciones de contorno para el factor de cobertura
- Cálculo de la evolución temporal del factor de cobertura para el caso seleccionado

Bibliografía:

- [1] Energy and Environment: Scientific and Technological Principles. James A. Fay and Dan S. Golomb. 2nd Ed. Oxford University Press. 2012.
- [2] Energías Renovables. Jaime González Velasco. Ed. Reverté. 2009
Renewable Energy Resources. John Twidell and Tony Weir. 2nd Ed. [1 Taylor and Francis. 2006.
- [3] Energías del Siglo XXI: De las energías fósiles a las alternativas. Gregorio Gil García. Ed. Mundi-Prensa. 2008.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	ENERGÍA: Análisis de eficiencia energética en sistemas: influencia sobre la generación de GEI e impacto ambiental
Plazas:	1
Objetivos:	Familiarizar al alumno con el concepto de eficiencia energética y su repercusión sobre la generación de energía y las emisiones de GEI Determinación de la reducción de concentración de GEI: medida del impacto ambiental
Metodología:	<ul style="list-style-type: none">– Adquisición de conocimientos sobre tecnologías de generación de energía y eficiencia energética– Determinación de las emisiones de GEI en función de la tecnología de generación– Aplicación de principios de eficiencia energética: reducción de emisiones de GEI– Cálculo de la reducción en la concentración de GEI, fundamentalmente CO₂, a partir del uso de sistemas de eficiencia energética
Bibliografía:	[1] Energy and Environment: Scientific and Technological Principles. James A. Fay and Dan S. Golomb. 2 nd Ed. Oxford University Press. 2012. [1] Eficiencia Energética Eléctrica. Tomos I a IV. J.M ^a Merino. Cadem IBerdrola. 1 ^a edición. 2000. [1] CRC Handbook of Energy Efficiency. Frank Kreith and Ronald E. West. CRC Press. 1997. [1] Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy. Frank Kreith and D. Yogi Goswami. CRC Press. 2007. [1] Fundamentals of Renewable Energy Processes. 2 nd Edition. Aldo Vieira da Rosa. Academic Press. 2009.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	Toda la luz del Universo
Plazas:	1
Objetivos:	<p>Cada galaxia existente en el cosmos lleva emitiendo luz desde el principio de los tiempos. Estos fotones producen uno de los fondos difusos que llenan el Cosmos conocido como luz de fondo extragaláctica (EBL). Este es el segundo fondo de radiación más energético, después de la radiación cósmica de microondas, y su estudio es esencial para entender la formación de galaxias y la cosmología de nuestro Universo. Además, fotones de muy alta energía que provienen de fuentes extragalácticas, tales como <i>blazars</i> (agujeros negros super-masivos con chorros orientados hacia la Tierra) interaccionan con la EBL. Este efecto hace que la EBL sea interesante para la comunidad de astropartículas, ya que crea una conexión entre astronomía clásica y astrofísica de altas energías.</p> <p>En este trabajo se repasarán los últimos logros en la investigación de la EBL, y seremos capaces de responder a la cuestión histórica (la cual está relacionada) sobre por qué el cielo nocturno es oscuro, respondiendo así a la paradoja de Olbers.</p>
Metodología:	<p>Se trata de un trabajo fundamentalmente bibliográfico.</p> <p>El alumno contará con el asesoramiento de profesores del grupo de investigación de Física de Altas Energías, con experiencia en la materia, cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.</p>
Actividades Formativas	<p>Las organizadas por el departamento.</p> <p>Asesoramiento personalizado por profesores del departamento.</p>
Bibliografía:	<p>[1] Toda la luz del Universo, Domínguez, Primack, & Bell, Investigación y Ciencia, Agosto, 2015.</p> <p>[1] Extragalactic Background Light Inferred from AEGIS Galaxy SED-type Fractions, Domínguez et al., (2011), arXiv:1007.1459</p>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema:

Física de Astropartículas

Plazas:

2

Objetivos:

La Física de Astropartículas tiene como objetivo por un lado entender la estructura y evolución del Universo a partir de la información que nos proporciona la Física de Partículas Elementales. Por otro lado pretende aprovechar observaciones de tipo Astrofísico para obtener información sobre Física Fundamental. Ello se debe a que en el Universo se dan los fenómenos más violentos y energéticos que conocemos y que involucran interacciones de partículas a energías muy superiores a las que se pueden conseguir con aceleradores. Actualmente esta rama de la Ciencia incluye los campos tan diversos como la Astronomía de Rayos gamma, la Física de rayos cósmicos, las ondas gravitacionales, la materia oscura, etc.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de profundizar en algunos de estos campos:

- *Rayos Cósmicos de Ultra-alta energía*: Las partículas más energéticas que se han observado en la naturaleza con energías de hasta 10^{20} eV y que al penetrar en la atmósfera terrestre generan una cascada de partículas que alcanzan a cubrir en el suelo una extensión de varios kilómetros cuadrados. Las fuentes cósmicas que las generan son aun un misterio en el que se está trabajando muy activamente.
- *Materia Oscura*: Evidencias observacionales indican que la mayor parte de la masa de Universo no emite radiación a diferencia de lo que ocurre con la materia cósmica conocida. La búsqueda directa o indirecta de materia oscura y la identificación de su naturaleza es hoy día uno de los campos de investigación más activos en la Física de Astropartículas.
- *Astronomía de Rayos Gamma*: La astronomía de rayos gamma nos permite identificar y estudiar con detalle los aceleradores cósmicos en donde se producen procesos de alta energía aún no entendidos que dan lugar a la emisión de la radiación cósmica. También nos permite estudiar el medio intergaláctico que atraviesan los rayos gamma desde sus fuentes de emisión hasta la tierra), y así caracterizar la Invariancia Lorentz a escalas cosmológicas, la Luz de Fondo Extragaláctico (EBL), etc
- *Instrumentación terrestre para Física de Astropartículas*: Para poder llevar a cabo los experimentos de Física de Astropartículas está siendo necesario desarrollar instrumentación avanzada. para las más altas

energías se utilizan detectores localizados en la Tierra, como son los telescopios de radiación atmosférica (Cherenkov y fluorescencia) los detectores gigantes de partículas cargadas (instalados en suelo), de neutrinos (en el fondo del océano o enterrados en el hielo) y de ondas gravitacionales (en tierra).

- *Instrumentación Espacial para Física de Astropartículas*: Los detectores a bordo de satélites son útiles para detectar partículas de energías entre MeVs y cientos de GeV. En este rango son capaces de identificar partículas muy eficientemente y realizar medidas muy precisas. Destacamos Fermi, AMS, o Integral. Existen también instrumentos dedicados que se salen de este esquema como los detectores espaciales de ondas gravitacionales (LISA) o JEM-EUSO.

Metodología:

El alumno elegirá para su trabajo, de entre las distintas posibilidades mencionadas, aquella en la que esté más interesado, definiendo el alcance y la orientación, es decir, los aspectos concretos en los que centrará el trabajo y si este es de carácter teórico, observacional, experimental, etc. Una herramienta fundamental para la realización del TFG es la bibliografía. Aparte de la general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan de manera adecuada al nivel de conocimientos previos del alumno, los últimos avances en el campo objeto de estudio. Para todo ello el alumno contará con el asesoramiento de profesores especialistas en este campo y cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento. Finalmente el alumno tendrá que redactar una memoria del trabajo realizado siguiendo el procedimiento y las reglas de estilo de la literatura científica. Posteriormente deberá presentarlo públicamente siguiendo también la metodología habitual en la presentación oral de trabajos científicos. Para ello contará con el asesoramiento de los profesores encargados de juzgar los TFG del Departamento.

Actividades
Formativas

Las organizadas por el departamento.
Asesoramiento personalizado por personal del departamento.

Bibliografía:

- [1] High energy astrophysics. Vol. 1 y 2 . M.S. Longair. Cambridge University Press, 1992.
- [2] TeV Astronomy. Frank M. Rieger., Emma de Ona-Wilhelmi., Felix A. Aharonian. arXiv:1302.5603
- [3] <http://www.gae.ucm.es>
- [4] <http://www.auger.org/>.
- [5] <https://magic.mpp.mpg.de/>.
- [6] <https://portal.cta-observatory.org/Pages/Home.aspx>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema: Búsqueda de Materia Oscura

Plazas: 1

Objetivos:

La Materia Oscura es uno de los ingredientes fundamentales en el modelo que mejor explica nuestro Universo. Desde hace más de 80 años se han ido acumulando evidencias observacionales que indican que la mayor parte de la masa de Universo no emite radiación, a diferencia de lo que ocurre con la materia conocida. Sin embargo, todavía se desconoce de que *está hecha* esa Materia Oscura.

El descubrimiento de la Materia Oscura y la identificación de su naturaleza es pues una de las obligaciones de la Física, y por tanto uno de los campos de investigación más activos.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de adquirir una comprensión general del Modelo de Materia Oscura, o centrarse en algunos de las técnicas específicas para su búsqueda, en las que el Grupo de Física de Altas Energías de la UCM ha estado implicado.

Metodología:

El alumno elegirá para su trabajo, de entre las distintas posibilidades mencionadas, aquella en la que esté más interesado, definiendo el alcance y la orientación, es decir, los aspectos concretos en los que centrará el trabajo.

Una herramienta fundamental para la realización del TFG es la bibliografía. Aparte de la general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan de manera adecuada al nivel de conocimientos previos del alumno, los últimos avances en el campo objeto de estudio.

Para todo ello el alumno contará con el asesoramiento de profesores especialistas en este campo y cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.

Finalmente el alumno tendrá que redactar una memoria del trabajo realizado siguiendo el procedimiento y las reglas de estilo de la literatura científica. Posteriormente deberá presentarlo públicamente siguiendo también la metodología habitual en la presentación oral de trabajos científicos. Para ello contará con el asesoramiento de los profesores encargados de juzgar los TFG del Departamento.

Actividades
Formativas

Las organizadas por el departamento.
Asesoramiento personalizado por personal del departamento.

Bibliografía:

- [1] Particle Astrophysics.
D. Perkins. Oxford University Press 2009
- [2] Dark matter evidence, particle physics candidates and detection methods
L. Bergström . DOI: 10.1002/andp.201200116
<http://arxiv.org/abs/1205.4882>
- [3]Particle dark matter: evidence, candidates and constraints
Gianfranco Bertonea, Dan Hooper, Joseph Silk
Physics Reports. DOI: 10.1016/j.physrep.2004.08.031
<http://arxiv.org/abs/hep-ph/0404175>
- [4] <http://cta.gae.ucm.es>
<https://magic.mpp.mpg.de/>
<https://portal.cta-observatory.org/Pages/Home.aspx>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	SETI: Búsqueda de Inteligencia extraterrestre.
Plazas:	1
Objetivos:	<p>La paradoja de Fermi <i>¿Dónde está todo el mundo?</i> Está hoy más vigente que nunca. Sabemos que existe un gran número de planetas extraterrestres y bastantes de ellos se encuentran en zonas de habitabilidad. Ello ha desatado nuevos esfuerzos por encontrar señales de civilizaciones inteligente.</p> <p>Este trabajo busca que el alumno realice un informe de en qué punto se encuentran las búsquedas de seres inteligentes extraterrestres, que entienda los fundamentos de los métodos de búsqueda y cuáles son las limitaciones físicas. Se pondrá especial énfasis en las búsquedas en el óptico para las que se ha sugerido en varias ocasiones el uso de telescopios Cherenkov.</p>
Metodología:	<p>Se trata de un trabajo fundamentalmente bibliográfico.</p> <p>El alumno contará con el asesoramiento de profesores del grupo de investigación de Física de Altas Energías, con experiencia en la materia, cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.</p>
Actividades Formativas	<p>Las organizadas por el departamento.</p> <p>Asesoramiento personalizado por personal del departamento.</p>
Bibliografía:	<p>[1] SETI Institute http://www.seti.org</p> <p>[2] SETI at Home http://setiathome.ssl.berkeley.edu/</p> <p>[3] Optical SETI with Imaging Cherenkov Telescopes. J. Holder et al. arXiv:astro-ph/0506758</p>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	El programa científico de la ESA
Plazas:	1
Objetivos:	<p>La Agencia Espacial Europea planifica su programa científico en forma de grandes ciclos plurianuales. El ciclo actual es el programa Cosmic Vision 2015-2025 e incluye varias misiones de distinta envergadura. Su desarrollo influirá en gran medida la Astrofísica Europea de los próximos años.</p> <p>Este trabajo busca que el alumno se familiarice con dicho programa entendiendo los objetivos y medios de cada una de las misiones. Se dedicará especial atención a las misiones dedicadas a la Astrofísica de Altas Energías: ATHENA, ya aprobada, y la propuesta e-ASTROGAM.</p>
Metodología:	<p>Se trata de un trabajo fundamentalmente bibliográfico.</p> <p>El alumno contará con el asesoramiento de profesores del grupo de investigación de Física de Altas Energías, con experiencia en la materia, cuyos nombres se harán públicos en el tablón de anuncios del departamento.</p>
Actividades Formativas	<p>Las organizadas por el departamento.</p> <p>Asesoramiento personalizado por personal del departamento.</p>
Bibliografía:	<p>[1] http://sci.esa.int/cosmic-vision/46510-cosmic-vision/</p>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2016/17

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	Motores brownianos
Plazas:	2
Objetivos:	<p>Los principales objetivos del trabajo serán la familiarización del alumno con el fenómeno del movimiento browniano y una de sus recientes aplicaciones en biofísica y nanotecnología: los motores brownianos.</p> <p>Además se realizará una simulación numérica de un motor específico mediante ecuaciones de Langevin y cadenas de Markov.</p>
Metodología:	<ol style="list-style-type: none">1. Elaboración de material escrito a partir del estudio de la literatura sobre el movimiento browniano y los motores brownianos. Esta parte tendrá un límite aproximado de diez páginas.2. Programación de una simulación numérica de movimiento browniano mediante un esquema numérico Euler-Mayurama para resolver la ecuación de Langevin en 2D. Para ello será necesario generar números aleatorios con distribución normal. Alternativamente, se puede simular un motor de estados discretos utilizando el algoritmo de Gillespie. Se recomienda tener conocimientos de algún lenguaje de programación: por ejemplo Matlab, C o Python.3. Realización de medidas sobre la simulación numérica de las propiedades estadísticas (calor, trabajo y rendimiento energético).
Actividades Formativas	Seguimiento del trabajo por el grupo de mecánica estadística.

Bibliografía:

- [1] J.M.R. Parrondo y B. Jiménez de Cisneros, Energetics of Brownian motors: a review . *Applied Physics A* 75, 179–191 (2002).
- [2] J.M.R. Parrondo y B. Jiménez de Cisneros, Juegos paradójicos y máquinas térmicas brownianas. *Revista Española de Física* **14**, 24 (2000).
- [3] K. Sekimoto. *Stochastic Energetics*. Lecture Notes in Physics, 799, Springer, (2010).
- [4] CW. Gardiner, *Handbook of stochastic methods: for physics, Chemistry and the Natural sciences*, Berlin, Springer, (1985).
- [5] Riccardo Mannella. A Gentle Introduction to the Integration of Differential Equations, Capítulo en *Stochastic Processes in Physics, Chemistry and Biology*. Volume 557 Lecture Notes in Physics, pp 353-364 (2001).

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema: Biofísica

Plazas: 1

Objetivos:

- Comprender las bases físicas de un proceso biológico elegido por el alumno.
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo de la biofísica.

Metodología:

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio de varios procesos biológicos o centrarse en uno particular.

Este trabajo incluye interacción con un grupo de investigación de la Facultad que trabaja en el tema.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

Actividades
Formativas

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios procesos biológicos o centrarse en uno particular.
- Este trabajo incluye interacción con un grupo de investigación de la Facultad que trabaja en el tema.

Bibliografía:

Fundamental:

[1] R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, Physical Biology of the Cell, Garland Science, 2009. Capítulo 16.

Complementaria:

[2] K.A. Dill, S. Bromberg, Molecular Driving Forces, Garland Science, 2011.

[3] - J. Howard, Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton, Sinauer, 2001.

[4] M.B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics, Cambridge University Press, 2006.

[5] J.A. Morín, F.J. Cao, J.M. Lázaro, J.R. Arias-Gonzalez, J.M. Valpuesta, J.L. Carrascosa, M. Salas, B. Ibarra, Active DNA unwinding dynamics during processive DNA replication, PNAS 109, 8115-8120 (2012). [doi: 10.1073/pnas.1204759109](https://doi.org/10.1073/pnas.1204759109)

[6] Almendro-Vedia VG, Monroy F, Cao FJ (2013) Mechanics of Constriction during Cell Division: A Variational Approach. PLoS ONE 8(8): e69750. [doi:10.1371/journal.pone.0069750](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069750)

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema: Física aplicada al deporte

Plazas: 2

Objetivos: Comprender las bases físicas de uno o varios deportes elegidos por el alumno. (La orientación la elige el alumno, y puede ser biofísica, mecánica, o cualquier otra relacionada con la Física.)

Metodología:

- El alumno buscará la bibliografía necesaria para adquirir los conocimientos complementarios que necesite para realizar el trabajo específico que haya elegido.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio de varios deportes o centrarse en uno particular.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

Actividades Formativas

- El alumno buscará la bibliografía necesaria para adquirir los conocimientos complementarios que necesite para realizar el trabajo específico que haya elegido.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio de varios deportes o centrarse en uno particular.

Bibliografía:

El alumno tendrá que buscar y elegir la bibliografía más relevante para el tema y enfoque que elija.
Algunos ejemplos de temas se pueden encontrar en las siguientes referencias:

- [1] Physicsworld 25, págs 20 y siguientes (2012)
http://www.if.ufrj.br/~coelho/PW_July2012_PhysicsAndSport.pdf
- [2] The Physics of Sports, <http://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-sports.html>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema:

Física de la división celular

Plazas:

1

Objetivos:

Comprender las bases físicas de los procesos de división celular

Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio físico de la división celular.

Metodología:

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el proceso de división en general o un aspecto particular del proceso.

Este trabajo incluye interacción con un grupo de investigación de la Facultad que trabaja en el tema.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física. Aunque para los aspectos de mecánica de la constricción es recomendable un buen nivel en Física Teórica.

Actividades
Formativas

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el proceso de división en general o un aspecto particular del proceso.
- Este trabajo incluye interacción con un grupo de investigación de la Facultad que trabaja en el tema.

Bibliografía:

Fundamental:

[1]D. Boal, Mechanics of the cell, 2ª edición, Cambridge, 2012
[2]Almendro-Vedia VG, Monroy F, Cao FJ (2013) Mechanics of Constriction during Cell Division: A Variational Approach. PLoS ONE 8(8): e69750. [doi:10.1371/journal.pone.0069750](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069750)

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	Física Estadística del demonio de Maxwell y de otros sistemas retroalimentados
Plazas:	1
Objetivos:	<p>Comprender las implicaciones físicas del intercambio de información entre sistema y controlador en el demonio de Maxwell, y en otros sistemas retroalimentados.</p> <p>Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio de la Física Estadística de los sistemas retroalimentados, que posee importantes implicaciones para Nano, Micro y Biotecnología.</p>
Metodología:	<ul style="list-style-type: none">- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.- El alumno estudiará las principales implicaciones físicas del intercambio de información entre sistema y controlador. <p>Este trabajo incluye interacción con un grupo de investigación de la Facultad que trabaja en el tema.</p> <p>Este trabajo está recomendado para estudiantes de la orientación de Física Fundamental del Grado en Física.</p>
Actividades Formativas	<ul style="list-style-type: none">- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.- El alumno estudiará las principales implicaciones físicas del intercambio de información entre sistema y controlador.- Este trabajo incluye interacción con un grupo de investigación de la Facultad que trabaja en el tema.
Bibliografía:	<p>[1] F. J. Cao, M. Feito, Open Problems on Information and Feedback Controlled Systems, <i>Entropy</i> 14, 834-847 (2012).</p> <p>[2] F. J. Cao, M. Feito, Thermodynamics of feedback controlled systems, <i>Phys. Rev. E</i> 79, 041118 (2009).</p> <p>[3] T. Sagawa, Thermodynamics of Information Processing in Small Systems, <i>Prog. Theo. Phys.</i> 127, 1-56 (2012).</p>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Física Atómica, Molecular y Nuclear
Título del tema:	Física y Música
Plazas:	2
Objetivos:	Entender la relación entre física, música y sonido, desentrañando el papel de la acústica y la psicoacústica en la percepción musical. Estudio de la ecuación de ondas para instrumentos de cuerda y percusión, las escalas y temperamentos, la música digital y la síntesis, o la acústica y psicoacústica de altavoces y salas.
Metodología:	<ol style="list-style-type: none">1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el tema estudio, los modelos teóricos para describirlo y las técnicas experimentales empleadas, en su caso.2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo: programas de análisis de datos, entornos de simulación, software de cálculo.3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado y seminarios del Grupo de Física Nuclear.4. Desarrollo del tema de estudio.5. Redacción y revisión del trabajo.6. Exposición de los trabajos en el GFN y defensa en el grupo de clase.
Actividades Formativas	Seminarios dentro del GFN. Minicursos sobre herramientas específicas e instrumentales.

Bibliografía:

Básica:

Measured Tones: The Interplay of Physics and Music, Third Edition, 4 Jun 2009, Ian Johnston.

How Equal Temperament Ruined Harmony: And Why You Should Care – 31 oct 2008, Ross W. Duffin

Específica:

Sound Reproduction: The Acoustics and Psychoacoustics of Loudspeakers and Rooms (Audio Engineering Society Presents), 22 Aug 2008, Floyd Toole

Página web del GFN para más información

<http://nuclear.fis.ucm.es>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	Física de los motores moleculares celulares
Plazas:	1
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none">- Comprender las bases físicas del funcionamiento de los motores moleculares, que realizan diversas funciones en la célula: transporte, replicación de ADN, etc.- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio de los motores moleculares.
Metodología:	<ul style="list-style-type: none">- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios tipos de motores moleculares o centrarse en un tipo particular (motores de transporte, de replicación de ADN, ...). <p>Este trabajo incluye interacción con un grupo de investigación de la Facultad que trabaja en el tema.</p> <p>Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.</p>
Actividades Formativas	<ul style="list-style-type: none">- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios tipos de motores moleculares o centrarse en un tipo particular (motores de transporte, de replicación de ADN, ...).- Este trabajo incluye interacción con un grupo de investigación de la Facultad que trabaja en el tema.
Bibliografía:	<p>Fundamental:</p> <p>[1] R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, Physical Biology of the Cell, Garland Science, 2009. Capítulo 16.</p> <p>Complementaria:</p> <p>[2] K.A. Dill, S. Bromberg, Molecular Driving Forces, Garland Science, 2011.-</p> <p>[3] J. Howard, Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton, Sinauer, 2001.</p> <p>[4] M.B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics, Cambridge University Press, 2006.</p> <p>[5] J.A. Morín, F.J. Cao, J.M. Lázaro, J.R. Arias-Gonzalez, J.M. Valpuesta, J.L. Carrascosa, M. Salas, B. Ibarra, Active DNA unwinding dynamics during processive DNA replication, PNAS 109, 8115-8120 (2012). doi: 10.1073/pnas.1204759109</p>

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	Física Nuclear Aplicada
Plazas:	5
Objetivos:	<p>Aplicaciones de la Física Nuclear y de Partículas</p> <ul style="list-style-type: none">a) Aplicaciones en Medicina<ul style="list-style-type: none">- Radioterapia- Medicina Nuclear- Técnicas de imagen médicab) Aplicaciones en energía y análisis de materialesc) Simulación, optimización y caracterización de instrumentación nuclear para aplicaciones
Metodología:	<ol style="list-style-type: none">1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el tema estudio, los modelos teóricos para describirlo y las técnicas experimentales empleadas, en su caso.2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo: programas de análisis de datos, entornos de simulación, software de cálculo.3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado y seminarios del Grupo de Física Nuclear.4. Desarrollo del tema de estudio.5. Redacción y revisión del trabajo.6. Exposición de los trabajos en el GFN y defensa en el grupo de clase.
Actividades Formativas	Seminarios dentro del GFN. Minicursos sobre herramientas específicas e instrumentales.

Bibliografía:

Básica:

[1] Krane, "*Introductory Nuclear Physics*", Wiley.

[2] Knoll, "*Radiation Detection and Measurement*", Wiley.

Específica:

[1] España S et al., "*PeneloPET, a Monte Carlo PET simulation tool based on PENELOPE: features and validation*", *Physics In Medicine And Biology*, **V54**, 1723-1742 (2009)

Página web del GFN para más información

<http://nuclear.fis.ucm.es>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Física Atómica, Molecular y Nuclear
Título del tema:	Física Nuclear Experimental e Instrumentación
Plazas:	2
Objetivos:	Estudio de métodos experimentales en Física Nuclear y de instrumentación empleada en experimentos de última generación. Análisis de datos de experimentos realizados en instalaciones nacionales e internacionales, estudio de reacciones de impacto en los procesos astrofísicos (proceso s y proceso r, fuentes de neutrones, ciclo CNO), optimización y puesta a punto de instrumentación nuclear, desarrollo de nuevos detectores.
Metodología:	<ol style="list-style-type: none">1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el tema estudio, los modelos teóricos para describirlo y las técnicas experimentales empleadas, en su caso.2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo: programas de análisis de datos, entornos de simulación, software de cálculo.3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado y seminarios del Grupo de Física Nuclear.4. Desarrollo del tema de estudio.5. Redacción y revisión del trabajo.6. Exposición de los trabajos en el GFN y defensa en el grupo de clase.
Actividades Formativas	Seminarios dentro del GFN. Minicursos sobre herramientas específicas e instrumentales.

Bibliografía:

Básica:

- [1] Krane, *"Introductory Nuclear Physics"*, Wiley.
- [2] Knoll, *"Radiation Detection and Measurement"*, Wiley.

Específica:

- [3] Leo, WF, *"Techniques for nuclear and particle physics experiments"* 1987 Springer-Verlag.
- [4] L'Annunziata MF, *"Handbook of Radioactivity Analysis"*, third Edition 2012, Elsevier.
- [5] Fraile LM, *"Fast-timing spectroscopy at ISOLDE"*, 2017 Journal of Physics G.

Página web del GFN para más información

<http://nuclear.fis.ucm.es>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR
Título del tema:	Física Nuclear Teórica
Plazas:	3
Objetivos:	<ol style="list-style-type: none">1. Física Nuclear y de Partículas en Astrofísica y Cosmología.2. Física de Neutrinos y Núcleos. Determinación de la masa del neutrino electrónico. Señales de neutrinos estériles en procesos nucleares.3. Caos cuántico. Estudio de fluctuaciones espectrales en sistemas cuánticos: núcleos, resonancias hadrónicas y otros.
Metodología:	<ol style="list-style-type: none">1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el tema estudio, los modelos teóricos para describirlo y las técnicas experimentales empleadas, en su caso.2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo: programas de análisis de datos, entornos de simulación, software de cálculo.3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado y seminarios del Grupo de Física Nuclear.4. Desarrollo del tema de estudio.5. Redacción y revisión del trabajo.6. Exposición de los trabajos en el GFN y defensa en el grupo de clase.
Actividades Formativas	Seminarios dentro del GFN. Minicursos sobre herramientas específicas e instrumentales.

Bibliografía:

Básica:

Krane, "*Introductory Nuclear Physics*", Wiley.

Knoll, "*Radiation Detection and Measurement*", Wiley.

Específica:

[1] "*Superscaling predictions for neutrino-induced charged-current charged pion production at MiniBooNE*", Ivanov MV, Udias JM, Moya de Guerra E et al., *Physics Letters B* **711**, 178-183 (2012).

[2] "*The weak interaction in nuclear, particle and astrophysics*", K Grotz y HV Klapdor (Ed. Adam Hilger, 1990).

[3] "*Role of Sterile Neutrino Warm Dark Matter in Rhenium and Tritium Beta Decays*", HJ de Vega, O Moreno, E Moya de Guerra, M Ramón Medrano y NG Sánchez, *Nuc. Phys. B* **866**, 177 (2013).

[4] "*Spectral-statistics properties of the experimental and theoretical light baryon and meson spectra*", Muñoz L, Relaño A, *Physical Review C* **92**, 035207 (2015).

Página web del GFN para más información

<http://nuclear.fis.ucm.es>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema:

Soluciones numéricas en teorías clásicas de campos

Plazas:

1

Objetivos:

Familiarización del alumno con métodos numéricos empleados en la búsqueda de soluciones en teorías clásicas de campos.
Estudio de la influencia de las condiciones de frontera en las propiedades de las soluciones.
Análisis de las propiedades físicas a partir de los datos numéricos.

Metodología:

- Obtención variacional de las ecuaciones de campo. Es recomendable tener conocimientos de Maple o Mathematica.
- Aprendizaje de COLSYS/FIDISOL para la resolución numérica de ecuaciones de campo. Es recomendable tener conocimientos de Fortran.
- Elaboración de una memoria científica de los resultados obtenidos.

Actividades
Formativas

- Sesiones de aprendizaje del software empleado.

Bibliografía:

- [1] U. Ascher, J. Christiansen, and R. D. Russell, *Mathematics of Computation* **33**, 659 (1979).
- [2] W. Schönauer, R. Schnepf: *FIDISOL: A "black box" solver for partial differential equations* (1988).
- [3] A. Jaffe and C. Taubes, *Vortices and monopoles: structure of static gauge theories* (1980).
- [4] S. Chandrasekhar, *The mathematical theory of black holes* (2004)
- [5] F. Navarro-Lérida and D. H. Tchrakian, *Phys. Rev. D* **81**, 127702 (2010)
- [6] J. Kunz, F. Navarro-Lérida, and A. K. Petersen, *Phys. Lett. B* **614**, 104 (2005).