

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMATICOS DE LA FÍSICA)
Título del tema:	Física Hadrónica y Teorías Efectivas
Plazas:	5
Objetivos:	<p>El trabajo consistirá en un estudio básico sobre aspectos relacionados con teorías efectivas de QCD aplicadas al sector hadrónico. El objetivo fundamental es entender los fundamentos de dichas teorías y sus aplicaciones en distintas líneas relacionadas con Fenomenología Hadrónica:</p> <ul style="list-style-type: none">- Teorías efectivas quirales para QCD a baja energía, diseñadas para el análisis de procesos y observables de Física Hadrónica.- Física hadrónica a temperatura y/o densidad finitas, Colisiones de iones pesados, Quark-gluon Plasma y Restauración de Simetría Quiral.- Propiedades y clasificación espectroscópica de los hadrones. Hadrones exóticos: tetraquarks, moléculas de hadrones, etc...
Metodología:	<p>El trabajo puede incluir, entre otros métodos, ejercicios, el análisis de libros de texto y eventualmente artículos científicos, así como la realización de algún cálculo numérico. En conexión con los conocimientos impartidos en las asignaturas de Campos Cuánticos y Partículas Elementales, el estudiante deberá familiarizarse con algunas técnicas habituales en este campo como formulación de teorías efectivas, cálculo de diagramas de Feynman e identificación de observables, teoría de campos a temperatura finita, propiedades de analiticidad, unitariedad, relaciones de dispersión, Teoría de Regge, etc.</p>
Actividades Formativas	<p>El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.</p>

Bibliografía:

- A.Dobado, A.Gómez Nicola, A.L.Maroto and J.R.Peláez, Effective lagrangians for the Standard Model. Springer-Verlag. 1997.
- J.F.Donoghue, E.Golowich, B.R.Holstein, Dynamics of the Standard Model, Cambridge University Press 1994.
- F.Halzen, A.D.Martin, Quarks and Leptons, John Wiley and Sons 1984.
- M. Maggiore, A Modern Introduction to Quantum Field Theory, Oxford University Press, 2005.
- A.D. Martin and T.D. Spearman, Elementary Particle Theory. North Holland 1970.
- M. E. Peskin and D. V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, 1995, Addison-Wesley Advanced Book Program.
- G. Serman, An Introduction to Quantum Field Theory, Cambridge University Press, 1993.
- J.I. Kapusta and C.Gale, Finite temperature field theory. Principles and Applications. Cambridge University Press 2006.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMATICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema:

Mecánica Estadística Cuántica

Plazas:

3

Objetivos:

Estudiar la integrabilidad de algunos sistemas discretos, con especial incidencia en los modelos, de Ising en una dimensión, de seis y ocho vértices en dos dimensiones, cadena de spines de Heisenberg en una dimensión, su correspondiente cadena fermiónica, y finalmente el modelo de Hubbard.

Metodología:

Estudio de la bibliografía recomendada básica y realización de cálculos que permitan una mejor comprensión de estos modelos. Estos métodos se basan en las matrices de transición locales, de transferencia y de monodromía, el uso de las relaciones de Yang-Baxter y en la obtención de cantidades conservadas.

Actividades
Formativas

El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

- J.J. Sakurai, Advanced Quantum Mechanics. Addison-Wesley Publishing Company, 1977.
- R.J. Baxter, Exactly Solved Models in Statistical Mechanics. Academic Press, 1982.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMATICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema: Solitones y Sistemas Integrables en Física

Plazas: 3

Objetivos:

Aplicación de distintas técnicas matemáticas a la resolución de problemas físicos no lineales. En particular cuestiones relacionadas con la presencia de soluciones solitónicas. Un solitón es una solución localizada que describe excitaciones de energía finita y que se propaga manteniendo su forma. La interacción de varios solitones conserva su número y forma.

La teoría de los solitones, u ondas viajeras, describe unificadamente aspectos no lineales de los sistemas físicos. Estas soluciones solitónicas se encuentran en ciertos sistemas hidrodinámicos, en la teoría del efecto Kerr en óptica o en la descripción del condensado de Bose-Einstein, entre otros ejemplos.

En Física Matemática los solitones están ligados a ecuaciones, o sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales, llamados sistemas integrables. Las ecuaciones de Korteweg-de Vries y Schrödinger no lineal son dos ejemplos representativos con propiedades infrecuentes entre las ecuaciones no lineales.

El objetivo del trabajo es el estudio de los solitones en problemas físicos no lineales.

Metodología: Estudio de la bibliografía básica recomendada y en su caso la utilización de programas de cálculo simbólico para la obtención de soluciones.

Actividades Formativas: El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

M. J. Ablowitz and P. A. Clarkson, Solitons, Nonlinear Evolution Equations and the Inverse Scattering. Cambridge University Press, New York 1991.

L. D. Faddeev, L.A. Takhtajan, Hamiltonian methods in the theory of solitons. Springer, Berlin 2007.

Yuri S. Kivshar; Govind Agrawal, Optical Solitons. Academic Press, Amsterdam 2003.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA TEÓRICA II (MET. MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema:

Aplicaciones de la teoría de funciones analíticas de una variable compleja

Plazas:

2

Objetivos:

- Ampliar los conocimientos adquiridos en las asignaturas del grado sobre la teoría y aplicaciones de las funciones analíticas de una variable compleja.
- Iniciar al estudio de algunos temas de investigación actuales :
 - Aplicaciones de desarrollos asintóticos en problemas de regularización en física cuántica y desarrollos topológicos en modelos de matrices.
 - Distribuciones críticas en modelos electrostáticos y gravitacionales bidimensionales. Distribuciones de ceros de polinomios ortogonales.

Metodología:

- Estudio de textos de nivel medio-avanzado
- Trabajar sobre algunas publicaciones adecuadas (introductorias) en revistas científicas

Actividades
Formativas

El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

1. P. Henrici, Applied and Computational Complex Analysis, John wiley and sons (1993)
2. P. Di Francesco, 2D quantum gravity, matrix models and graph combinatorics, Springer (2006)
3. M. Mariño, Lectures on non-perturbative effects in large N gauge theories, matrix models and strings. arXiv:1206. 6272 (2014)
1. G. Alvarez and L. Martínez Alonso and E. Medina, An efficient method for computing genus expansions and counting numbers in the Hermitian matrix model, Nuc. Phys. B 848, 398, (2011)

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMATICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema: Campos cuánticos en espaciotiempos curvos

Plazas: 2

Objetivos: Se estudiarán algunos aspectos básicos de la teoría cuántica de campos en espaciotiempos curvos mediante el análisis de modelos sencillos. Por ejemplo, se estudiará el comportamiento de un sistema cuántico de dos niveles (que llamaremos detector) sometido a una fuerza externa y acoplado a un campo escalar cuántico en un espaciotiempo plano, tanto desde el punto de vista de un observador solidario con el detector como desde un punto de vista inercial. Se prestará especial atención a los efectos radiativos involucrados (radiación de Unruh), considerando distintos niveles de aproximación.

Metodología: Estudio de la bibliografía recomendada, análisis del estatus actual a través de algunos artículos científicos sobre el tema y cálculos propios de la teoría cuántica de campos en espaciotiempos curvos.

Se recomienda haber cursado o estar cursando "Electrodinámica clásica", "Campos Cuánticos", "Relatividad General y Gravitación" y "Mecánica Cuántica".

Actividades Formativas: El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

- N.D. Birrell, P.C.W. Davies, Quantum fields in curved space, Cambridge University Press, 1982.
- R. Wald, Quantum field theory in curved spacetime and black hole thermodynamics, University of Chicago Press, 1994.
- A. Fabbri, J. Navarro-Salas, Modeling black hole evaporation, World Scientific, 2005.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMATICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema: ESTRELLAS RELATIVISTAS

Plazas: 2

Objetivos:

El objetivo del trabajo es el estudio de las propiedades de las estrellas de neutrones y su descripción dentro de la teoría de la Relatividad General.

Se deberán estudiar cuales son las características básicas observacionales de estas estrellas de neutrones, obtenidas de las observaciones de pulsares. Se estudiará que tipo de modelos se utilizan para describir estos objetos dentro de la Relatividad General.

El trabajo puede incluir la obtención de modelos numéricos sencillos con ordenador con simetría esférica ó más generales.

Metodología: Estudio de la bibliografía básica recomendada y utilización de programas de cálculo numérico y/o simbólico para la construcción de modelos.

Actividades Formativas: El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en la realización de su trabajo.

Bibliografía:

- 1) J.B. Hartle, Gravity. An Introduction to Einstein's General Relativity, Addison Wesley, 2003.
- 2) B.F. Schutz, A first course in general relativity, Cambridge University Press, 1985.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA TEÓRICA II (MET. MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema: Exoplanetas

Plazas: 2

Objetivos: En años recientes se ha detectado un número creciente de planetas que giran alrededor de estrellas diferentes del Sol. En ello tuvieron un papel determinante los trabajos pioneros de Wolszczan y de Major y Queloz. El objetivo de este trabajo es describir la evolución histórica del tema, pasando revista a las referencias más importantes y exponiendo la situación actual, describiendo con detalle los métodos utilizados para la detección.

Metodología: Lectura y análisis de las principales publicaciones habidas sobre este tema, elaborando un resumen didáctico y coherente, haciendo hincapié en la descripción y explicación de los métodos de detección.

Actividades Formativas: El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía: Major, Michael; Queloz, Didier «A Jupiter-mass companion to a solar-type star». *Nature*. **378**, 355. (1995)
Wolszczan, A., and D.A. Frail. A planetary system around the millisecond pulsar PSR 1257+12. *Nature* **355**(6356):145-7, January 9, 1992.
Wolszczan, A. Confirmation of Earth-mass planets orbiting the millisecond pulsar PSR B1257+12. *Science* **264**(5158):538-42, April 22, 1994
<http://exoplanet.eu/> <http://exoplanets.org>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA TEÓRICA II (MET. MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA)
Título del tema:	Física Matemática: Funciones especiales y sistemas integrables
Plazas:	2
Objetivos:	<p>Comprender las conexiones existentes entre la teoría de los polinomios ortogonales semi-clásicos y las funciones especiales de la Física Matemática con la teoría de los sistemas integrables.</p> <p>En un número amplio de problemas de la Física lineal se nos presentan soluciones en términos de los llamados polinomios ortogonales clásicos, como son los polinomios de Hermite, Laguerre y Jacobi. Estos son ejemplos relevantes, aunque particulares, de lo que se conocen como polinomios ortogonales, que tienen aplicaciones más allá de las que acabamos de describir. Por ejemplo, podemos pensar en <i>Random Matrix Theory</i>, o movimiento browniano, en el caso de ortogonalidad múltiple.</p> <p>La jerarquía del retículo de Toda bidimensional y la de Kadomtsev—Petviashvili aparecen en una diversidad amplia de fenómenos de la Física no lineal, desde ondas en fluidos hasta la gravedad cuántica bidimensional. Resulta que existe una profunda conexión entre estas ecuaciones y los polinomios ortogonales.</p> <p>Queremos analizar, para el caso de ortogonalidades semi-clásicas, en las que se satisface una ecuación de Pearson, como les afectan los flujos integrables de Toda y KP.</p>
Metodología:	Tutorías con uso de pizarra, discusión de resultados.
Actividades Formativas	El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.
Bibliografía:	<p>M. J. Ablowitz and P. A. Clarkson, <i>Solitons, Nonlinear Evolution Equations and the Inverse Scattering</i>, Cambridge University Press, New York 1991.</p> <p>T. S. Chihara, <i>An Introduction to Orthogonal Polynomials</i>, en <i>Mathematics and its Applications Series 13</i>, Gordon and Breach Science Publishers, New York-London-Paris, 1978.</p> <p>W. Gautschi, <i>Orthogonal Polynomials Computation and Approximation</i>, Numerical Mathematics and Scientific Computation, Oxford University Press, Oxford 2004.</p>

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMATICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema: Integrabilidad, caos y entrelazamiento en sistemas cuánticos

Plazas: 2

Objetivos: En este tema se abordan distintas cuestiones relacionadas con las nociones de solubilidad, integrabilidad y caos y propiedades de entrelazamiento en sistemas cuánticos. Dada la amplitud del tema, se procurará adaptar el trabajo propuesto a la formación y los intereses del alumno. Más concretamente, se pretende que el alumno alcance alguno de los siguientes objetivos:

- Entender las principales técnicas que se utilizan para clasificar los modelos cuánticos unidimensionales total o parcialmente solubles, y aplicar dichas técnicas en ejemplos concretos.
- Estudiar las propiedades fundamentales de los modelos cuánticos integrables de muchos cuerpos de tipo Calogero–Sutherland, y su relación con cadenas de espines integrables con interacciones de largo alcance.
- Aprender los conceptos básicos de la teoría de matrices aleatorias y su aplicación en la determinación del comportamiento integrable/caótico de los sistemas cuánticos.
- Entender la definición de la entropía de entrelazamiento en un sistema cuántico, y evaluarla para alguna cadena de espines integrable sencilla (por ejemplo, el modelo de Heisenberg de tipo XX).

Metodología: Lectura de capítulos de libros y/o artículos científicos introductorios relacionados con los objetivos propuestos (ver Bibliografía). En algunos casos, se pedirá que el alumno realice algún cálculo, comprobación o simulación utilizando el programa de cálculo simbólico Mathematica.

Se recomienda que el alumno haya cursado la asignatura "Mecánica Cuántica".

Actividades Formativas: El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en la realización de su trabajo.

Bibliografía:

- J.A. Carrasco, F. Finkel, A. González-López, M.A. Rodríguez, Supersymmetric spin chains with nonmonotonic dispersion relation: Criticality and entanglement entropy, *Phys. Rev. E* 93, 155154 (2016).
- F. Finkel, A. González-López, Global properties of the spectrum of the Haldane-Shastry spin chain, *Phys. Rev. B* 72, 174411 (2005).
- J.C. Barba, F. Finkel, A. González-López, M.A. Rodríguez, The Berry-Tabor conjecture for spin chains of Haldane-Shastry type, *Europhys. Lett.* 83, 27005 (2008).
- M.A. Shifman, *ITEP Lectures on Particle Physics and Field Theory* (vol. 1), 1999.
- B. Sutherland, *Beautiful Models. 70 Years of Exactly Solved Quantum Many-Body Problems*, World Scientific, 2004.
- T. Koprucki, H. Wagner, New exact ground states for one-dimensional quantum many-body systems, *J. Stat. Phys.* 100, 779 (2000).
- A. P. Polychronakos, The physics and mathematics of Calogero particles, *J. Phys. A* 39, 12793 (2006).
- H.J. Stöckmann, *Quantum Chaos. An Introduction*, Cambridge University Press, 1999.
- M. L. Mehta, *Random Matrices*, Elsevier, 2010.
- P. J. Forrester, *Log-gases and Random Matrices*, Princeton University Press, 2010.
- J. I. Latorre, A. Riera, A short review on entanglement in quantum spin systems, *J. Phys. A: Math. Theor.* 42, 504002 (2009).
- M. A. Nielsen, I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, 10th anniversary ed., Cambridge University Press, 2010.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMATICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema:

QCD Y TEORÍAS EFECTIVAS

Plazas:

2

Objetivos:

El trabajo consistirá en un estudio básico de distintas teorías efectivas de QCD relacionadas con la física de partículas del LHC. El objetivo fundamental es entender los fundamentos de dichas teorías y sus aplicaciones elementales. En particular, la comprensión de QCD y sus teorías efectivas con aplicaciones a procesos concretos de Drell-Yan, DIS, desintegraciones de partículas, jets, etc.

Metodología:

El trabajo puede incluir, entre otros métodos, ejercicios, el análisis de libros de texto y eventualmente artículos científicos, así como la realización de algún cálculo numérico. En conexión con los conocimientos impartidos en las asignaturas de Campos Cuánticos y Partículas Elementales, el estudiante deberá familiarizarse con algunas técnicas habituales en este campo como formulación de teorías efectivas, cálculo de diagramas de Feynman e identificación de observables, factorización de procesos hadrónicos, propiedades de analiticidad, etc.

Actividades
Formativas

El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

- F.Halzen, A.D.Martin, Quarks and Leptons, John Wiley and Sons 1984.
- M. Maggiore, A Modern Introduction to Quantum Field Theory, Oxford University Press, 2005.
- A.D. Martin and T.D. Spearman, Elementary Particle Theory. North Holland 1970.
- M. E. Peskin and D. V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, 1995, Addison-Wesley Advanced Book Program.
- G. Sterman, An Introduction to Quantum Field Theory, Cambridge University Press, 1993.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA TEÓRICA II (MÉTODOS MATEMATICOS DE LA FÍSICA)
Título del tema:	Sistemas autónomos, mapas de fases y estabilidad
Plazas:	2
Objetivos:	<p>Conocer las propiedades de los sistemas autónomos de segundo orden y de sus mapas de fases, y el concepto matemático de la estabilidad, que no forman parte de las enseñanzas del actual plan de estudios.</p> <p>En particular, y dependiendo del trabajo, se deberán estudiar y manejar en mayor o medida varios de estos conceptos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. El concepto de estabilidad matemática.2. Las propiedades generales de las ecuaciones y sistemas autónomos.3. La estructura de los puntos críticos elementales y su estabilidad.4. Métodos para análisis de centros de la aproximación lineal.5. Nociones de puntos críticos no elementales.6. Las técnicas para realizar dibujos globales de mapas de fases.
Metodología:	<p>Tras el estudio de la bibliografía sobre el tema, se deberá resumir la teoría que se va a utilizar y, sobre todo, realizar abundantes y variados ejemplos, aplicando las técnicas a problemas de interés físico o de otras ciencias.</p> <p>También se pretende la práctica en el manejo de software para el trazado aproximado de mapas de fases, de programas de dibujo tipo Inkscape y, para la elaboración del trabajo, preferiblemente del LaTeX.</p>
Actividades Formativas	El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.
Bibliografía:	<ul style="list-style-type: none">• <i>Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera.</i> W.E. Boyce y R.C. DiPrima. Limusa-Wiley, 1983• <i>Ecuaciones diferenciales ordinarias.</i> O. Plaatt. Reverté, 1974• <i>Nonlinear Dynamics an Chaos.</i> S.H Strogatz. Limusa-Wiley, 1994• <i>Nonlinear Ordinary Differential Equations.</i> D.W. Jordan y P. Smith. Oxford University Press, 2007• <u>Métodos simples para el análisis de puntos degenerados de sistemas analíticos planos</u>. Tesis doctoral. J. I. Aranda, 1998

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

Física Teórica II

Título del tema:

Simetrías en modelos integrables y superintegrables

Plazas:

2

Objetivos:

Estudiar las bases de la teoría general de modelos integrables y superintegrables en mecánica clásica y cuántica y las simetrías asociadas. Desarrollar un modelo concreto y estudiar sus propiedades.

Metodología:

Estudio de secciones de libros relacionados con el tema y artículos científicos que presentan casos concretos o revisiones del tema. Desarrollo de algún ejemplo particular y discusión de problemas no resueltos o que se encuentren en estudio. Se proporcionará información sobre: uso de LaTeX en la redacción de una memoria, búsquedas bibliográficas y programas de cálculo simbólico: Mathematica, Maple.

Actividades
Formativas

El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

H. Goldstein, C.P. Poole, J.L. Safko, "Classical Mechanics" (Pearson).
V .I. Arnol'd, "Mathematical Methods of Classical Mechanics"(Springer).
A. Fassano, S. Marmi, " Analytical Mechanics: an introduction" (Oxford).
W. Miller Jr, S. Post and P. Winternitz, J.Phys.A: Math.Theor. 46, 242301 (2013)
M.A. Rodríguez, P. Tempesta, P. Winternitz: Phys. Rev. E 78, 046608 (2008).
F. Tremblay, A.V. Turbiner, P. Winternitz: J. Phys. A, Math. Theor. 42, 242001 (2009).

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMATICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema: Teoría geométrica de la información y entropías generalizadas

Plazas: 2

Objetivos: El objetivo general del tema es profundizar en la teoría geométrica de la información y su relación con las entropías generalizadas recientemente introducidas. En particular, se analizarán las estructuras Riemannianas que emergen de las divergencias de Kullback-Leibler, Bregman, etc. Se considerarán aplicaciones a sistemas estadísticos clásicos y cuánticos, y a problemas de inferencia estadística, machine learning, etc. En el trabajo, se propone desarrollar uno de los siguientes objetivos específicos:

- Estudio de las estructuras Riemannianas duales sobre variedades estadísticas
- Estudio del papel de la noción de entropía en la física de los sistemas complejos (sistemas débilmente caóticos, entanglement, redes complejas con topología variable, teoría geométrica de la información).
- Aplicaciones de la teoría geométrica de la información a problemas de inferencia estadística, machine learning, etc.

Metodología: Estudio de libros y artículos científicos relacionados con el tema. Es recomendable que el alumno tenga conocimientos previos de física estadística y termodinámica.

Actividades Formativas: El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

- S.- I. Amari, H. Nagaoka, Methods of Information Geometry, Trans. Math. Monogr., vol 191, Amer. Math. Soc & Oxford Univ. Press, Oxford, 2000.
- S. I. Amari, Information Geometry and Its Applications, Springer, 2016
- A. I. Khinchin, Mathematical Foundations of Information Theory, Dover, New York, 1957.
- J. Naudts, Entropy, 10, 131-149 (2008).
- P. Tempesta, Phys. Rev. E 84, 021121 (2011).
- P. Tempesta, Annals of Phys. 365, 180-197 (2016).
- C. Tsallis, Introduction to Nonextensive Statistical Mechanics, Springer, 2009.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: Física Teórica II (Métodos Matemáticos de la Física)

Título del tema: Campos de quintaesencia con soluciones tipo “tracker” en Cosmología

Plazas: 1

Objetivos: Estudiar los fundamentos físicos y la descripción matemática de los modelos de quintaesencia para describir la energía oscura en Cosmología.
Estudiar analítica y numéricamente potenciales de quintaesencia con soluciones tipo “tracker”.

Metodología: Cálculo simbólico y cálculo numérico.

Actividades Formativas: El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

1. S. Weinberg, *Cosmology*, Oxford (2008).
2. L. Amendola and S. Tsujikawa, *Dark Energy*, Cambridge (2010).
3. I. Zlatev, L. Wang, and P.J. Steinhardt, *Quintessence, Cosmic Coincidence, and the Cosmological Constant*, Phys. Rev. Lett. **82**, 896 (1999).
4. P.J. Steinhardt, L. Wang and I. Zlatev, *Cosmological tracking solutions*, Phys. Rev. Lett. **59**, 123504 (1999).

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:	FÍSICA TEÓRICA II (MÉT. MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA)
Título del tema:	Introducción a la Teoría de Picard-Lefschetz
Plazas:	1
Objetivos:	<p>La Teoría de Picard-Lefschetz permite calcular la contribución de puntos de silla complejos a los desarrollos asintóticos de integrales múltiples (en particular, de integrales de camino en Teoría de Campos).</p> <p>En este trabajo se estudian los fundamentos de esta teoría y se aplican a dos casos: la función de Airy (una variable compleja), y la integral de Kaminski (dos variables complejas).</p>
Metodología:	Cálculo simbólico y cálculo numérico.
Actividades Formativas	El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.
Bibliografía:	<ol style="list-style-type: none">1 F.W.J. Olver, <i>Asymptotics and Special Functions</i>, Academic (1974).2 D. Kaminski, <i>Exponentially Improved Stationary Phase Approximations for Double Integrals</i>, <i>Methods and Applications of Analysis</i> 1, 44 (1994).3 A. Behtash, G.V. Dunne, T. Schäfer, T. Sulejmanpasic, and M. Ünsal, <i>Complexified Path Integrals, Exact Saddles and Supersymmetry</i>, <i>Phys. Rev. Lett.</i> 116, 011601 (2016).

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA TEÓRICA II (MET. MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA)

Título del tema: Ciencia de Datos y Machine Learning

Plazas: 3

Objetivos:

Introducción a la ciencia de datos y aprendizaje automático: una de las disciplinas más demandadas en la actualidad por su amplio número de aplicaciones tecnológicas.

Se pretende familiarizar a los estudiantes con los conceptos básicos de esta disciplina a través de problemas reales y aplicados.

No se precisan conocimientos previos sobre la materia pero sí que es fundamental una cierta habilidad en el manejo de lenguajes de programación y estructuras de datos, preferiblemente en python o R (o Matlab en su defecto).

Metodología:

- Seguimiento de cursos online, discusión de los problemas con el grupo de trabajo del profesor, programación de algoritmos sencillos de machine learning, proyecto final a escoger entre varios propuestos por el profesor.
- Participación en competiciones de la plataforma [Kaggle](#).
- Participación en seminarios y actividades complementarias organizadas por el profesor en el ICMAT.

Actividades Formativas: El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para que le oriente en su trabajo.

Bibliografía:

- Kevin P. Murphy , Machine Learning: A Probabilistic Perspective , MIT Press, 2012.
- G. James et al., An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R, Springer 2016.
- [Intro to data science](#) , Udacity online course.
- [Intro to machine learning](#) , Udacity online course