

Propuestas TFM
Máster en Física y Matemáticas
FisyMat

Curso 2023–24

Tutor(es): Eugenio Megías Fernández,
Contacto: emegias@ugr.es

Título: Correspondencia fluido/gravedad

Resumen: La correspondencia AdS/CFT relaciona teorías cuánticas de campos en d dimensiones con teorías de gravedad en $d+1$ dimensiones. En este TFM se propone el uso de esta correspondencia para el estudio de diversos fenómenos de transporte (disipativos y no-disipativos) de fluidos relativistas.. Para ello se usarán modelos con diferentes características, como la inclusión de diferentes tipos de campos gauge, lo que permitirá el estudio de soluciones de tipo agujero negro con diversas propiedades.

Tutor(es): Lorenzo Luis Salcedo Moreno,

Contacto: salcedo@ugr.es

Título: Representación de Schrödinger para la cuantización de campos en la forma punto de Dirac

Resumen: En la denominada forma punto de Dirac el formalismo canónico se hace sobre el hiperboloide $x^2 = \text{cte}$ en el espacio de Minkowski (en vez de sobre el hiperplano $t = \text{cte}$). Como consecuencia los generadores del grupo de Lorentz son puramente cinemáticos, mientras que hamiltoniano y momento lineal son cinemáticos. Para este trabajo se propone estudiar la cuantización en la forma punto de Dirac en su versión de representación de Schrödinger, esto es, los estados cuánticos son funcionales de los campos y los generadores son operadores diferenciales (con derivadas funcionales) sobre los estados.

Tutor(es): Antonio García Hernández, Sebastiano de Franciscis

Contacto: agh@ugr.es, sebas@iaa.es

Título: La huella fractal en la detección de modos de oscilación en las curvas de luz de estrellas delta-Scuti, gamma-Dorado e Híbridas: en la búsqueda de nuevos criterios de selección y de fenomenologías físicas

Resumen: Pretendemos acoplar a algunos de los principales algoritmos de detección de frecuencias asociadas a modos de oscilación de estrellas pulsantes, e.g. SIGSPEC y MULTIMODES, los algoritmos de detección, filtro y evaluación de la componente estocástica auto-afin (fractal) de una serie temporal, i.e. algoritmos CGSA e IRASA. Este trabajo tendrá dos vertientes: por una parte mejorar el criterio de búsqueda de los modos propios de oscilación, por otra estudiar de algunos fenómenos físicos de oscilación estelar. Mediante el estudio del proceso de criba secuencial de las frecuencias propias, caracterizadas por la energía asociada al modo de oscilación, y de la componente fractal de las series de los residuos, podríamos establecer criterio de clasificación de algunos de los distintos tipos de estrellas pulsantes, i.e. delta-Scuti, gamma-Dorados e híbridas, y a comprender la física subyacente a algunas dinámicas oscilatorias.

Tutor(es): Antonio J. Ureña,

Contacto: ajurena@ugr.es

Título: Coreografías en Mecánica Celeste

Resumen: El problema de los N-cuerpos es un problema clásico de la Mecánica Celeste que trata de describir el movimiento de un grupo de masas puntuales que interactúan gravitacionalmente entre sí. En 1772 Lagrange descubrió un tipo especial de soluciones para el problema de los tres cuerpos en el que las tres masas ocupan los vértices de un triángulo equilátero que gira a velocidad angular constante. En este momento la historia tiene un punto y aparte: la búsqueda de nuevas soluciones periódicas al problema de los tres cuerpos resistió los esfuerzos de los matemáticos durante varios siglos. En 1896 Poincaré intentó aplicar métodos variacionales y observó que las órbitas con colisiones no necesariamente tienen valores de acción más altos que las soluciones clásicas. En consecuencia, no se podía excluir la presencia de colisiones en las órbitas minimizantes y no estaba claro que se pudieran obtener nuevas órbitas por métodos variacionales. El avance llegó cuando Chenciner y Montgomery (2000) usaron restricciones de simetría y probaron analíticamente la existencia de una nueva solución periódica para el problema de los tres cuerpos: la hoy famosa figura ocho. Poco después, Marchal (2002) observó que el método de minimización siempre conduce a soluciones sin colisiones del problema de los N cuerpos, allanando el camino para la aplicación de técnicas variacionales en la búsqueda de soluciones periódicas con simetrías. En algunas de estas soluciones, N masas iguales se persiguen mutuamente, igualmente espaciadas en fase alrededor de una curva cerrada fija; estas soluciones se conocen en la actualidad con el nombre de coreografías. En este TFM se revisará el trabajo de Marchal y otros trabajos recientes sobre coreografías.

Tutor(es): Manuel Calixto, Octavio Castaños

Contacto: calixto@ugr.es

Título: Modelos de grafeno bicapa girado: patrones de Moiré y ángulos mágicos

Resumen: El grafeno bicapa girado con el llamado ángulo “mágico” se comporta como un material superconductor no convencional mostrando, además, propiedades metálicas anómalas. En este TFM se trata de entender la red cristalina (en los espacios directo y recíproco), los modelos Hamiltonianos subyacentes (enlace fuerte) y el estudio de las bandas de energía para diferentes ángulos de rotación entre las dos capas de grafeno.

Tutor(es): Lázaro René Izquierdo Fábregas, Óscar Sánchez Romero

Contacto: reneif07@gmail.com

Título: Modelado cuantitativo en sistemas genéticos

Resumen: El proyecto presentado pretende introducir al estudiantes en la fenomenología y el modelado biofísico de sistemas de control genético. Se abordarán distintos enfoques de modelado y la comparación entre estos para poner de relevancia la información que cada uno puede aportar.

Tutor(es): Ute Lisenfeld, Tomás Ruiz Lara

Contacto: ute@ugr.es ruizlara@ugr.es

Título: Historias de formación estelar de galaxias súper espirales

Resumen: Recientemente se ha encontrado que aproximadamente el 6% de las galaxias más luminosas en el óptico a redshifts $z < 0.3$ son galaxias espirales gigantes. Estas galaxias se han llamado súper espirales, ya que poseen masas de entre 10^{11} y 10^{12} masas solares y diámetros de entre 57 y 134 kpc (mucho mayores que nuestra Galaxia). Sus tamaños, masas y luminosidades extremas las convierten en herramientas de gran utilidad con las que testear teorías acerca de la formación y evolución de galaxias masivas.

Entre las preguntas por responder destacamos: ¿Cómo han acumulado estas galaxias su masa estelar a lo largo de su vida? ¿La han formado de forma continua, concentrada al comienzo de su vida o recientemente? Para responder estas preguntas, en el presente trabajo se van a analizar espectros estelares de una muestra de ~ 40 súper espirales y ajustarlo con modelos de síntesis de poblaciones para deducir la historia de formación estelar y compararlo con otras muestras de galaxias de más baja masa.

Tutor(es): Laura Sánchez Menguiano, Isabel Pérez Martín

Contacto: lsanchezm@ugr.es / isa@ugr.es

Título: Metalicidad del gas ionizado en las barras de galaxias espirales

Resumen: La idea del TFM propuesto es estudiar la distribución de metalicidad del gas en una muestra de galaxias del proyecto MaNGA prestando especial atención a la comparativa de dicha distribución entre las zonas de gas asociadas a la estructura central de la barra y fuera de ella pero a la misma distancia galactocéntrica. Esto nos permitirá arrojar luz sobre el papel que juega la barra (un agente dinámico que tiene un gran impacto en la evolución de las galaxias espirales) en el enriquecimiento químico de las galaxias.

Tutor(es): Luis Manuel Díaz Angulo, Alberto Gascón Bravo

Contacto: LMDiazAngulo@ugr.es

Título: Multiconductor Transmission Line with Discontinuous Galerkin Time Domain methods

Resumen: En este trabajo se estudiará la viabilidad de resolver las ecuaciones de líneas de transmisión multiconductoras empleando el método discontinuo de Galerkin en el dominio del tiempo. Para ello haremos uso de varios códigos existentes y el alumno aprenderá a plantear métodos de elementos finitos para resolver problemas más generales. Los códigos que se emplearán son: <https://mfem.org/> , <https://github.com/OpenSEMBA/mtln>

Tutor(es): Luis Manuel Díaz Angulo, Alberto Gascón Bravo

Contacto: LMDiazAngulo@ugr.es

Título: GPU and HPC tuning of explicit time domain algorithms for Maxwell's equations

Resumen: En este trabajo, se evaluará el rendimiento de distintos códigos desarrollados por el Grupo de Electromagnetismo de Granada (<https://github.com/OpenSEMBA>) basados en el método de diferencias finitas (FDTD) y método discontinuo de Galerkin (TD). Una vez analizado el rendimiento, se harán modificaciones en el código para intentar mejorar la eficiencia computacional. Se aprenderán técnicas avanzadas de programación en C++, Fortran y Python; y se lanzarán instancias virtuales en diferentes plataformas de computación en la nube.

Tutor(es): Sebastiano de Franciscis, Juan Carlos Suárez Yanes

Contacto: jcsuarez@ugr.es

Título: Estudio de las huellas fractales de las curvas de luz fotométricas, para detectar y caracterizar algunas fuentes de ruido instrumental de la misión PLATO

Resumen: El Simulador PLATO (PlatoSim) es una herramienta de software diseñada para realizar simulaciones realistas de las observaciones esperadas de la misión PLATO. El simulador modela y simula series temporales de imágenes CCD incluyendo modelos del CCD y su electrónica, la óptica del telescopio, el campo estelar, los movimientos fluctuantes/oscilatorios de la nave espacial y todas las principales fuentes de ruido.

PlatoSim es uno de los simuladores más ricos para fotometría espacial, incluyendo una amplia gama de fuentes de ruido instrumental tanto de la plataforma (oscilaciones del attitude and orbit control system, AOCS), de las cámaras (distorsión óptica e imágenes fantasma) y de los detectores, así como de las procedentes de señales de origen astrofísico (granulación, oscilaciones estocásticas y tránsitos de exoplanetas).

En este trabajo queremos caracterizar algunos de estos ruidos instrumentales, en particular aquellos procedentes de los detectores y de la electrónica de PLATO, a partir del análisis del output final, i.e. las curvas de luz fotométricas. Mediante algunos algoritmos de detección y desacople de ruidos estocásticos autoafines (fractales), i.e. los algoritmos CGSA e IRASA, pretendemos identificar la huella fractal de algunas de estas fuentes de ruido, y filtrarlas propiamente del output. Este estudio permitirá así un análisis más fino de la fotometría “real” procedente de las estrellas variables, resultando en la obtención de espectros de frecuencias más precisos.

Bibliografía

<https://ivs-kuleuven.github.io/PlatoSim3/>

N. Janssen, J. De Ridder, D. Seynaeve, S. Regibo, R. Huygen, P. Royer, C. Paproth, D. Griebßbach, R. Samadi, D. R. Reese, M. Pertenais, E. Grolleau, R. Heller, S. M. Niemi, J. Cabrera, A. Börner, S. Aigrain, J. McCormac, P. Verhoeve, P. Astier, et al., PlatoSim: An end-to-end PLATO camera simulator for modelling high-precision space-based photometry A&A, Forthcoming article (2023)

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202346701>

S de Franciscis, J Pascual-Granado, J C Suárez, A García Hernández, R Garrido, Fractal analysis applied to light curves of δ Scuti stars, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 481, Issue 4, December 2018, Pages 4637–4649, <https://doi.org/10.1093/mnras/sty2496>.

Yoshiharu Yamamoto, Richard L. Hughson, Extracting fractal components from time series, Physica D: Nonlinear Phenomena, Volume 68, Issue 2, 1993, Pages 250-264, ISSN 0167-2789, [https://doi.org/10.1016/0167-2789\(93\)90083-D](https://doi.org/10.1016/0167-2789(93)90083-D)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016727899390083D>

Wen H, Liu Z. Separating Fractal and Oscillatory Components in the Power Spectrum of Neurophysiological Signal. Brain Topogr. 2016 Jan;29(1):13-26. Doi: 10.1007/s10548-015-0448-0.