



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Efecto ratchet en sistemas coloidales
Title:	Ratchet effect in colloidal systems
Tutor/es:	José Martín Roca, Chantal Valeriani
E-mail tutor/es:	josema10@ucm.es, cvaleriani@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

En este trabajo el estudiante se familiarizará con el concepto de simulaciones numéricas de dinámica Browniana y la teoría del efecto ratchet presente en un gran número de sistemas tanto naturales como sintéticos [1,2]. El principal objetivo del trabajo, como es usual en la amplia literatura en la que se ha estudiado este fenómeno, será la caracterización de la eficiencia del transporte de partículas (velocidad media de las partículas a lo largo del sistema) en función de los diferentes parámetros que están presente en el modelo [3].

Metodología:

Inicialmente el estudiante se familiarizará con el concepto de movimiento Browniano y cómo realizar simulaciones numéricas que presenten esta dinámica. Posteriormente se introducirá al estudiante al uso de los programas ya desarrollados, testeados y optimizados para la realización de las simulaciones. A continuación, el estudiante analizará las simulaciones realizadas con programas de análisis que serán desarrollados por él mismo, con la supervisión cercana de los codirectores, comprobando la coherencia de los resultados y comparando con trabajos anteriores.

Bibliografía:

- [1] Leyva, S. G., Stoop, R. L., Pagonabarraga, I., & Tierno, P. (2022). Hydrodynamic synchronization and clustering in ratcheting colloidal matter. *Science Advances*, 8(23), eabo4546.
- [2] Oriola, D., & Casademunt, J. (2013). Cooperative force generation of KIF1A Brownian motors. *Physical review letters*, 111(4), 048103.
- [3] Reimann, P. (2002). Brownian motors: noisy transport far from equilibrium. *Physics reports*, 361(2-4), 57-265.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2024-25



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Caos y física estadística en sistemas cuánticos
Title:	Chaos and statistical physics in quantum systems
Tutor/es:	Armando Relano Pérez
E-mail tutor/es:	armando.relano@fis.ucm.es
Número de plazas:	3
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El caos tiene una definición matemática precisa y una fenomenología característica en sistemas clásicos. Sin embargo, sus manifestaciones en el ámbito cuántico no son tan fáciles de identificar, debido a la linealidad de la ecuación de Schrödinger.

La fundamentación de la física estadística cuántica sufre un problema similar. Uno de los cimientos de la física estadística clásica es la hipótesis ergódica, que se cumple en sistemas altamente caóticos. Por ese motivo, dada la dificultad de definir y caracterizar el caos en física cuántica, la física estadística y la termodinámica cuánticas no están tan sólidamente fundamentadas como sus versiones clásicas.

El objetivo fundamental de este trabajo es que la/el estudiante aborde uno de estos temas (o también la relación entre ellos) y profundice en una de las líneas de trabajo que se listan a continuación:

- 1.- Manifestaciones del caos en el espectro de energías y las funciones de onda.
- 2.- Dinámica en las versiones clásica y cuántica de un mismo sistema físico.
- 3.- Caos cuántico y dispersión de la información.
- 4.- Relación entre el caos y la física estadística cuántica.
- 5.- Entrelazamiento y entropía.
- 6.- Procesos de no equilibrio en sistemas cuánticos.
- 7.- Transiciones de fase cuánticas.

El trabajo en cualquiera de estas líneas parte de los conocimientos adquiridos en asignaturas como Física Cuántica I y II, y Física Estadística. Para alguna de ellas sería de ayuda que la/el estudiante estuviera cursando o hubiera cursado algunas de las optativas ofertadas en tercero y cuarto, como Mecánica Cuántica, Mecánica Teórica o Transiciones de Fase.

Todas las líneas ofertadas permiten orientar el Trabajo de Fin de Grado, bien como un trabajo bibliográfico, bien como un trabajo en el que la/el estudiante realizará sus propias simulaciones numéricas. Para esta segunda posibilidad, sería de ayuda que la/el estudiante estuviera familiarizado con algún tipo de lenguaje y/o software científico (Python, Matlab, C, Fortran, etc.).

Metodología:

En todos los casos, se deberá elegir una de las posibles líneas listadas en el apartado anterior y revisar su bibliografía básica, con el fin de entender el problema y su estado actual. Después, en función de la orientación que se le quiera dar al trabajo, la metodología podrá consistir en:

- 1.- Realizar una búsqueda bibliográfica más detallada para profundizar en aspectos concretos de la línea elegida.
- 2.- Llevar a cabo simulaciones numéricas en un sistema físico sencillo.

Todas estas tareas serán tutorizadas. La/el estudiante discutirá sus resultados, explicaciones y conclusiones con el tutor, con el fin de que se familiarice con el método de trabajo típico de la investigación.

Bibliografía:

Se dan unas pocas referencias generales. En función del tema concreto de trabajo, el tutor proporcionará referencias más específicas. Además, si su trabajo es de naturaleza bibliográfica, el estudiante realizará por su cuenta una búsqueda más detallada.

- O. Bohigas, "Quantum chaos", Nuclear Physics A 751, 343 (2005).
- A. Relaño, "Caracterización del caos cuántico mediante series temporales", tesis doctoral, UCM (2004).
- D. Ullmo, "The Bohigas-Giannoni-Schmit conjecture", Scholarpedia 11(9):31721.
- M. Rigol, V. Dunjko, and M. Olshanii, "Thermalization and its mechanism for generic isolated quantum systems", Nature 452, 854 (2008); arXiv: 0708.1324.
- L. D'Alessio, Y. Kafri, A. Polkovnikov, and M. Rigol, "From quantum chaos and eigenstate thermalization to statistical mechanics and thermodynamics", Advances in Physics 65, 239 (2016); arXiv: 1509.06411.
- K. Hashimoto, K. Murata, and R. Yoshii, "Out-of-time-order correlators in quantum mechanics", Journal of High Energy Physics 10, 138 (2017); arXiv: 1703.09435.
- J. Gemmer, M. Michel, and G. Mahler, "Quantum thermodynamics, Emergence of thermodynamic behavior within composite quantum systems", Lect. Notes Phys. 657 (Springer, Berlin Heidelberg 2005).
- A. Polkovnikov, K. Sengupta, A. Silva, and M. Venkatlattore, "Colloquium: Nonequilibrium dynamics of closed interacting quantum systems", Review of Modern Physics 83, 863 (2011).
- S. Popescu, A. J. Short, A. Winter, "Entanglement and the foundations of statistical mechanics", Nature Physics 2, 754 (2006).
- M. Vojta, "Quantum phase transitions", Reports on Progress in Physics. 66, 2069 (2003); arXiv: cond-mat/0309604.
- M. Heyl, "Dynamical quantum phase transitions: a review", Reports on Progress in Physics 81, 054001 (2018); arXiv:1709.07461.
- Pavel Cejnar, Pavel Stránský, Michal Macek, Michal Kloc, "Excited-state quantum phase transitions", Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical. 54, 133001 (2021); arXiv: 2011.01662.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	El aprendizaje automático como sistema físico fuera del equilibrio
Title:	Out-of-equilibrium machine learning
Tutor/es:	Miguel Ruiz García
E-mail tutor/es:	miguel.ruiz.garcia@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El trabajo se centrará inicialmente en profundizar en el estudio de sistemas de aprendizaje automático y tratarlos como sistemas físicos fuera del equilibrio. En particular el estudio se focalizará en las funciones de pérdida dinámicas y en el olvido catastrófico. Idealmente el estudiante realizará sus propias simulaciones y desarrollos analíticos.

Metodología:

Se iniciará con una revisión de la literatura existente para fundamentar teóricamente el proyecto y delimitar el campo de estudio. Seguidamente, se procederá al diseño de los experimentos numéricos, empleando diferentes paquetes de Python especializados en IA. Posteriormente, se realizará un análisis detallado de los resultados numéricos obtenidos, comparándolos con resultados analíticos previos para evaluar la consistencia y la innovación de los hallazgos. Finalmente, se evaluarán los resultados obtenidos, contextualizándolos dentro del estado actual del arte, con el fin de destacar contribuciones significativas y posibles áreas para investigaciones futuras.

Bibliografía:

- [1] Ruiz-Garcia, M., Liu, A. J. and Katifori, E., Tuning and jamming reduced to their minima, Phys. Rev. E 100, 052608 (2019)
- [2] Ruiz-Garcia, M., Zhang, G., Schoenholz, S. S., and Liu, A. J., Tilting the playing field: Dynamical loss functions for machine learning, International Conference on Machine Learning, PMLR, 9157 (2021)
- [3] Ruiz-Garcia, M., Model architecture can transform catastrophic forgetting into positive transfer, Scientific Reports 12, 10736 (2022)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Metamateriales fluidos
Title:	Fluidic metamaterials
Tutor/es:	Miguel Ruiz García
E-mail tutor/es:	miguel.ruiz.garcia@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El trabajo se centrará inicialmente en profundizar en el estudio de sistemas que combinan fluidos, válvulas blandas y elementos activos que generen corrientes. En concreto, estamos interesados en efectos colectivos emergentes. El trabajo se focalizará en sistemas que presentan una respuesta no lineal a la diferencia de presión. Idealmente el estudiante realizará sus propias simulaciones y desarrollos analíticos.

Metodología:

Se iniciará con una revisión de la literatura existente para fundamentar teóricamente el proyecto y delimitar el campo de estudio. Seguidamente, se procederá al diseño de los experimentos numéricos, empleando diferentes paquetes de Python especializados en fluidos y elasticidad. Posteriormente, se realizará un análisis detallado de los resultados numéricos obtenidos, comparándolos con resultados analíticos previos para evaluar la consistencia y la innovación de los hallazgos. Finalmente, se evaluarán los resultados obtenidos, contextualizándolos dentro del estado actual del arte, con el fin de destacar contribuciones significativas y posibles áreas para investigaciones futuras.

Bibliografía:

- [1] Martínez-Calvo, A., Biviano, M. D., Christensen, A. H., Katifori, E., Jensen, K. H., & Ruiz-García, M. (2024). The fluidic memristor as a collective phenomenon in elastohydrodynamic networks. *Nature Communications*, 15(1), 3121.
- [2] Ruiz-García, M., & Katifori, E. (2021). Emergent dynamics in excitable flow systems. *Physical Review E*, 103(6), 062301.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Introducción a la física no lineal: caos en el péndulo forzado y amortiguado
Title:	Introduction to nonlinear physics: chaos in the forced and damped pendulum
Tutor/es:	Juan José Mazo Torres
E-mail tutor/es:	jmazo@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El trabajo pretende introducir al alumno en el fenómenos del caos, uno de los paradigmas de la ciencia no lineal, a través del estudio teórico y computacional de la dinámica de un péndulo forzado y amortiguado. En particular se abordaran conceptos como el de punto fijo, ciclos límites, atractores extraños, bifurcaciones,... y la observación y cuantificación de la sensibilidad del sistema a las condiciones iniciales.

Metodología:

- * Lectura y estudio de la bibliografía básica.
- * Implementación de un programa de simulación numérica.
- * Realización de las simulaciones y análisis de los resultados.
- * Exposición escrita y oral del trabajo realizado.

Bibliografía:

- [1] Nonlinear dynamics and Chaos. S.H.S. Strogatz (3rd edition, CRC Press, 2024)
- [2] The pendulum. A case study in physics. G.L. Baker and J.A. Blackburn, Oxford University Press (2005)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Introducción a la física no lineal: solitones en el modelo Frenkel-Kontorova
Title:	Introduction to nonlinear physics: solitons in the Frenkel-Kontorova model
Tutor/es:	Juan José Mazo Torres
E-mail tutor/es:	jmazo@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El trabajo pretende introducir al alumno en el estudio de estructuras coherentes, uno de los paradigmas de la ciencia no lineal, a través del estudio teórico y computacional de solitones topológicos en el modelo Frenkel-Kontorova.

Metodología:

- * Lectura y estudio de la bibliografía básica.
- * Implementación de un programa de simulación numérica.
- * Realización de las simulaciones y análisis de los resultados.
- * Exposición escrita y oral del trabajo realizado.

Bibliografía:

- [1] Dissipative dynamics of the Frenkel-Kontorova model. L.M. Floría y J.J. Mazo, Adv. Phys. 45, 505 (1996)
- [2] O.M. Braun and Y.S. Kivshar, The Frenkel-Kontorova Model. Springer, 2004.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2024-25



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Fenómenos termoeléctricos en medios anisótropos
Title:	Thermoelectric phenomena in anisotropic media
Tutor/es:	Vicenta María Barragán García
E-mail tutor/es:	vmbarra@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo del trabajo es el estudio de los procesos termoeléctricos en un material anisótropo.

Metodología:

-Se aplicará el formalismo de la termodinámica de los procesos irreversibles a un sistema termodinámico anisótropo sometido a un gradiente de temperatura y un gradiente de potencial eléctrico.

-Se obtendrán las ecuaciones fenomenológicas lineales y se compararán con las correspondientes a un sistema isótropo en las mismas condiciones.

-Se analizarán los efectos producidos por el acoplamiento de las dos fuerzas termodinámicas.

Bibliografía:

Ilya Prigogine, Introducción a la termodinámica de los procesos irreversibles, Selecciones Científicas, 1974.

R. Haase. Thermodynamics of Irreversible Processes, (Dover, London). 1990.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Procesos de transporte en la membrana de la célula nerviosa
Title:	Transport phenomena in nerve cell membrane
Tutor/es:	Vicenta María Barragán García, Sagrario Muñoz San Martín
E-mail tutor/es:	vmbarra@ucm.es, smsm@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo del trabajo es analizar los diferentes procesos de transporte que tienen lugar en la membrana de una célula nerviosa.

Metodología:

- Se analizarán la estructura y propiedades físico-químicas de una célula nerviosa.
- Se estudiarán y analizarán los diferentes procesos de transporte que intervienen en la membrana de la célula nerviosa.
- Se analizará los procesos implicados en el impulso nervioso.

Bibliografía:

A. Katchalsky, P.F. Curran, Non Equilibrium thermodynamics in Biophysics, Harvard University Press, Cambridge, 1967.

D. Kondepudi, I. Prigogine, Modern Thermodynamics, John Wiley & Sons Ltd, New York, 1998.

Una de las partes fundamentales de la metodología es la búsqueda bibliográfica por parte del alumno, en principio se le recomienda al alumno estas referencias como punto de partida.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Procesos acoplados en las células vivas: la bomba Na-K
Title:	Coupled processes in living cells: the Na-K pump
Tutor/es:	Vicenta María Barragán García, Sagrario Muñoz San Martín
E-mail tutor/es:	vmbarra@ucm.es, smsm@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo del trabajo es analizar los procesos implicados en el mecanismo de la bomba sodio-potasio que tiene lugar en las células.

Metodología:

- Se estudiarán y analizarán los diferentes procesos que intervienen en el mecanismo de la bomba sodio-potasio.
- Se analizarán los procesos implicados desde el punto de vista termodinámico.

Bibliografía:

R. Villar, C. López y F. Cussó. *Fundamentos Físicos de los Procesos Biológicos*. Volumen 3. Ed. Club Universitario, 2013.

J. L. Tymoczko, J. M. Berg y L. Stryer. *Bioquímica. Curso básico*. Ed. Reverté, 2014.

R. Glaser. *Biophysics*. Springer, 1999.

Una de las partes fundamentales de la metodología es la búsqueda bibliográfica por parte del alumno, en principio se le recomienda al alumno estas referencias como punto de partida.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	El demonio de Maxwell retrasado
Title:	The retarded Maxwell demon
Tutor/es:	Luis Dinis Vizcaíno
E-mail tutor/es:	ldinis@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

La termodinámica nos muestra que es posible extraer energía de un solo baño térmico si se obtiene información del estado del sistema mediante una medida y se ejecuta una retroalimentación basada en la misma, al modo de un demonio de Maxwell. La termodinámica de la información nos permite tratar cuantitativamente este hecho y, por ejemplo, una adecuada generalización de la segunda ley permite acotar el trabajo extraído en base a la información mutua obtenida en la medida, al estilo de lo que ocurre en el motor de Szilard [1]. Para saturar la desigualdad, y maximizar la eficiencia de la conversión de información en trabajo, hay que hacer uso de los protocolos de retroalimentación reversibles [2]. En este trabajo, se abordarán dos objetivos principales:

1. Analizar como un tiempo de retardo entre medida y "feedback" afecta a la eficiencia.
2. Tratar de modificar el protocolo reversible para mitigar la pérdida de eficiencia, por ejemplo, a partir del conocimiento de la dinámica del sistema.

Metodología:

Las metodologías utilizadas en el trabajo serán globalmente dos, utilizadas de forma complementaria, principalmente:

- Herramientas teóricas proporcionadas por la termodinámica estocástica, teoría de la información y de la probabilidad, para estudiar los intercambios energéticos entre el sistema y el baño térmico y el intercambio de información entre el sistema y el agente externo.
- Simulaciones por ordenador de sistemas y protocolos concretos. Es conveniente por tanto estar familiarizado con algún lenguaje de programación tipo python, Matlab o C, por ejemplo.

Por su sencillez, se proponen dos sistemas de estudio posibles, una partícula Browniana en una trampa óptica ("optical tweezer") o un sistema de dos niveles.

Bibliografía:

Un artículo excelente sobre termodinámica de la información:

[1] Parrondo, J., Horowitz, J. & Sagawa, T. "Thermodynamics of information.", *Nature Phys* 11, 131–139 (2015). <https://doi.org/10.1038/nphys3230>

Una manera de utilizar un protocolo de feedback reversible para convertir de forma óptima información en trabajo se puede encontrar aquí:

[2] Dinis L, Parrondo JMR. "Extracting Work Optimally with Imprecise Measurements". *Entropy* 23(1):8. (2021). <https://doi.org/10.3390/e23010008>

Sobre la termodinámica estocástica de procesos de feedback con retraso:

[3] M. L. Rosinberg, T. Munakata, and G. Tarjus. "Stochastic thermodynamics of Langevin systems under time-delayed feedback control: Second-law-like inequalities", *Phys. Rev. E* 91, 042114 (2015)

[4] Sarah A. M. Loos, Sabine H. L. Klapp, "Heat flow due to time-delayed feedback", *Sci. Rep.* 9:2491(2019)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2024-25



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Información y entropía
Title:	Information and entropy
Tutor/es:	Juan Manuel Rodríguez Parrondo
E-mail tutor/es:	parrondo@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1. Estudiar la relación entre entropía e información a partir del demonio de Maxwell y de una de sus variantes más conocidas, el motor de Szilárd.
2. Estudiar conceptos básicos de la teoría de la información, como la entropía de Shannon, la información mutua y la entropía relativa, y su uso en termodinámica y física estadística.
3. Estudiar flujos de información en un modelo cinético sencillo de motor molecular.

Metodología:

1. Estudio de la bibliografía reciente sobre el tema.
2. Análisis teórico del motor de Szilárd y sus variantes.
3. Planteamiento de una ecuación maestra para un motor molecular sencillo y análisis de los flujos de información en el mismo.

Bibliografía:

1. J.M.R. Parrondo, J.M. Horowitz y T. Sagawa, Thermodynamics of information. Nature Physics 11, 131-139 (2015).
2. J.M. M. Horowitz and M. Esposito, Thermodynamics with Continuous Information Flow. Phys. Rev. X 4, 031015 (2014).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2024-25



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Cinética de la ligadura competitiva en biopolímeros
Title:	Competitive Binding kinetics on biopolymers
Tutor/es:	Francisco J. Cao García
E-mail tutor/es:	franco@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

- Implementar un modelo computacional de ligadura competitiva a polímeros que incluya los efectos de cooperatividad, transformación y difusión.
- Caracterizar los efectos cinéticos y de equilibrio de la cooperatividad entre ligandos, su transformación y su difusión sobre el biopolímero.

Metodología:

El estudiante comenzará con una revisión bibliográfica del tema.
Realizará a continuación la implementación numérica del problema y su caracterización.
Para este trabajo es recomendable contar con conocimientos de Python y haber cursado Física Computacional.

Bibliografía:

Fundamental:

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

Complementaria:

- K.A. Dill, S. Bromberg, Molecular Driving Forces, Garland Science, 2011.
- J. Howard, Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton, Sinauer, 2001.
- M.B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics, Cambridge University Press, 2006.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Dinámica estocástica de poblaciones
Title:	Stochastic population dynamics
Tutor/es:	Francisco J. Cao García
E-mail tutor/es:	franco@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

- Comprender las bases de la dinámica de los ecosistemas. Procesos de nacimiento, muerte, difusión; influencia de las fluctuaciones ambientales aleatorias; evaluación de riesgos de extinción; efecto Allee.
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio de los ecosistemas de una perspectiva multiespecie y en sistemas espacialmente extendidos.

Metodología:

- La bibliografía fundamental proporciona los conocimientos necesarios para el trabajo.
 - El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios tipos de problemas (competición, depredador-presa, riesgo de extinción, efectos de la fragmentación del hábitat, efectos de las fluctuaciones ambientales aleatorias, ...)
- Recomendado Orientación de Física Fundamental, conocimientos de programación en Python y Matlab, y haber cursado Física Computacional.

Bibliografía:

- Gotelli NJ, A primer of Ecology, Sinauer 2008
 - Lande R, Engen S, Saether BE, Stochastic Population Dynamics in Ecology and Conservation, Oxford 2003
- Complementaria:
- May R, Mclean AR (Eds.), Theoretical Ecology: Principles and Applications 3rd Edition, Oxford 2007, by Robert May (Editor), Angela R. Mclean (Editor)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2024-25

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Física Biológica
Title:	Biological Physics
Tutor/es:	Francisco J. Cao García, Juan Pedro García Villaluenga
E-mail tutor/es:	francao@ucm.es, jpgarcia@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

- Comprender las bases físicas de un proceso biológico elegido por el alumno (motores moleculares, división celular, ...)
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo de la Física Biológica (o Biofísica).

Metodología:

- La bibliografía fundamental proporciona los conocimientos necesarios para 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 (Grupo de Dinámica fuera del Equilibrio). Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física. Se recomiendan conocimientos de programación (R, Python, Matlab).

Bibliografía:

Fundamental:

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

Complementaria:

- K.A. Dill, S. Bromberg, Molecular Driving Forces, Garland Science, 2011.
- J. Howard, Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton, Sinauer, 2001.
- M.B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics, Cambridge University Press, 2006.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2024-25



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Irreversibilidad en sistemas hamiltonianos
Title:	Irreversibility in Hamiltonian systems
Tutor/es:	Juan Manuel Rodríguez Parrondo
E-mail tutor/es:	parrondo@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1. Simular un sistema de rotores perturbados de forma periódica. Los rotores son independientes excepto cuando actúa la perturbación, que consiste en el intercambio de momento angular entre rotores.
2. Estudiar el comportamiento del sistema bajo inversión temporal.
3. Analizar los regímenes en los que el sistema es irreversible y, en su caso, la producción de entropía asociada y otras características del comportamiento irreversible predichas por la termodinámica estocástica.

Metodología:

1. Simulación numérica del sistema.
2. Estudio de la bibliografía reciente sobre irreversibilidad y física estadística de no equilibrio.
3. Aplicación de teoremas de física estadística de no equilibrio a los resultados de la simulación.

Bibliografía:

1. A. Kundu, A. Rajak, T. Nag. Dynamics of fluctuation correlation in a periodically driven classical system. Physical Review B 104, 075161 (2021).
2. L. Peliti, S. Pigolotti. Stochastic Thermodynamics: An Introduction (Princeton University Press, 2021).