

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA APLICADA I

Título del tema:

Estabilidad termo-hidrodinámica. Convección de Rayleigh-Bénard.

Plazas:

3

Objetivos:

El objetivo es el análisis lineal de la estabilidad de un fluido incompresible sometido a un gradiente vertical de temperatura en un campo gravitatorio uniforme.

La aparición de términos no lineales en las ecuaciones constitutivas de un sistema puede conducir a inestabilidades termodinámicas, a partir de las cuales el sistema puede presentar diversos tipos de ordenaciones espaciales y temporales que reciben el nombre de estructuras disipativas. La ordenación en el tiempo implica la aparición de ritmos en el sistema, mientras que la ordenación en el espacio conlleva la estructuración morfológica.

En particular, se estudiará un sistema en el que puede aparecer la denominada inestabilidad de Rayleigh-Bénard, caracterizada por la competición entre la fuerza de la gravedad y la viscosidad.

Metodología:

1. El estudiante estudiará la bibliografía sugerida con objeto de familiarizarse con las bases teóricas. Se recomienda que el estudiante tenga conocimientos de Termodinámica, Termodinámica del No Equilibrio, e Hidrodinámica.

2. Análisis lineal de la estabilidad termo-hidrodinámica de un fluido incompresible en reposo sometido a un gradiente vertical de temperatura en un campo gravitatorio uniforme.

3. Posibilidad de resolver numéricamente las ecuaciones de balance de masa, momento y energía. En este caso, el estudiante, bajo la supervisión del tutor, escribirá códigos numéricos. Por ello, es conveniente que se posea experiencia en lenguajes de programación y/o software científico.

Actividades
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los alumnos y les explicarán los fundamentos del trabajo.

Bibliografía:

- Lebon, G., Jou, D., Casas-Vázquez, J. *Understanding Non-Equilibrium Thermodynamics: Foundations, Applications, Frontiers*. (Springer-Verlag, Berlin). 2008
- Demirel, Y. *Nonequilibrium Thermodynamics*. (Elsevier, Amsterdam). 2007

Se proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA APLICADA I

Título del tema:

Estabilidad termo-hidrodinámica. Vórtices de Taylor.

Plazas:

3

Objetivos:

El objetivo es el análisis lineal de la estabilidad de un fluido incompresible contenido entre dos cilindros verticales que rotan a distintas velocidades angulares.

La aparición de términos no lineales en las ecuaciones constitutivas de un sistema puede conducir a inestabilidades termodinámicas, a partir de las cuales el sistema puede presentar diversos tipos de ordenaciones espaciales y temporales que reciben el nombre de estructuras disipativas. La ordenación en el tiempo implica la aparición de ritmos en el sistema, mientras que la ordenación en el espacio conlleva la estructuración morfológica.

En particular, se estudiará un sistema en el que pueden aparecer los denominados vórtices de Taylor, caracterizados por la competición entre la fuerza centrífuga y la viscosidad.

Metodología:

1. El estudiante estudiará la bibliografía sugerida con objeto de familiarizarse con las bases teóricas. Se recomienda que el estudiante tenga conocimientos de Termodinámica, Termodinámica del No Equilibrio, e Hidrodinámica.

2. Análisis lineal de la estabilidad termo-hidrodinámica de un fluido incompresible contenido entre dos cilindros verticales que rotan a distintas velocidades angulares.

3. Posibilidad de resolver numéricamente las ecuaciones de balance de masa, momento y energía. En este caso, el estudiante, bajo la supervisión del tutor, escribirá códigos numéricos. Por ello, es conveniente que se posea experiencia en lenguajes de programación y/o software científico.

Actividades
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los alumnos y les explicarán los fundamentos del trabajo.

Bibliografía:

- Lebon, G., Jou, D., Casas-Vázquez, J. *Understanding Non-Equilibrium Thermodynamics: Foundations, Applications, Frontiers*. (Springer-Verlag, Berlin). 2008
- Demirel, Y. *Nonequilibrium Thermodynamics*. (Elsevier, Amsterdam). 2007

Se proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA APLICADA I

Título del tema:

Dinámica en sistemas complejos fuera del equilibrio

Plazas:

2

Objetivos:

Cuando ciertos sistemas se mantienen muy alejados del equilibrio termodinámico, llegan a observarse comportamientos muy extraños. Entre ellos, destacan la formación de estructuras ordenadas de forma auto-organizada y la aparición de caos en sistemas muy simples. En general, estos sistemas se describen mediante ecuaciones diferenciales en derivadas parciales acopladas y no lineales, para las que no se dispone apenas de herramientas analíticas. Por esta razón, existe un amplio campo de investigación abierto, que abarca desde la matemática fundamental de este tipo de ecuaciones, hasta el estudio numérico o experimental de sus consecuencias más prácticas, que tienen especial relevancia en sistemas biológicos.

El objetivo de este trabajo es que el estudiante aborde el estudio de esta disciplina, desde el punto de vista que más le interese y a partir de los conocimientos adquiridos en termodinámica y ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

Metodología:

En primer lugar, el alumno deberá revisar la bibliografía general, con el fin de familiarizarse con el problema. A continuación, deberá centrarse en el estudio de uno o varios problemas concretos, lo que involucra:

- Contextualizar el problema.
- Comprender el o los modelos en los que se pretenda centrar.
- Analizar y resolver numéricamente las ecuaciones correspondientes.
- Interpretar los resultados obtenidos.

Para todo ello, se recomienda que el alumno tenga bien asentados los conocimientos adquiridos en las asignaturas Métodos Matemáticos II (o su equivalente sobre ecuaciones diferenciales en derivadas parciales del Doble Grado en Matemáticas y Física) y Termodinámica. Dado el carácter del trabajo, es recomendable que el alumno haya cursado la asignatura Termodinámica del No Equilibrio y tenga alguna experiencia con lenguajes de programación y/o software científico (Fortran, C, Phyton, Matlab, Octave...), pues será el alumno quien desarrolle los códigos numéricos necesarios para estudiar el problema.

Actividades
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los alumnos y les explicarán los fundamentos del trabajo. En dicha reunión, los alumnos escogerán el tema concreto de su trabajo.

Bibliografía:

Se proporciona una breve lista de referencias generales. Es tarea del alumno buscar las especializadas para abordar el trabajo de su elección:

- *Orden y caos en sistemas complejos*, Ricard V. Solé y Susanna C. Manrubia, Ediciones UPC (2000).
- *Pattern formation outside of equilibrium*, M. C. Cross and P. C. Hohenberg, *Review of Modern Physics* **65**, 851 (1993).
- *Biological pattern formation: from basic mechanisms to complex structures*, A. J. Koch and H. Meinhardt, *Review of Modern Physics* **66**, 1481 (1994).
- *Spatial patterns and spatiotemporal dynamics in chemical systems*, A. De Wit, *Advances in Chemical Physics* **109**, 435 (1999).

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA APLICADA I

Título del tema:

Física estadística cuántica en sistemas pequeños

Plazas:

2

Objetivos:

Durante los últimos años, el estudio de las leyes de la termodinámica en sistemas cuánticos pequeños (miles o millones de partículas) se ha convertido en una disciplina de gran importancia. En ella se abordan temas de carácter muy fundamental, como: la fundamentación microscópica del segundo principio de la termodinámica; el estudio de la disipación y la irreversibilidad en procesos de no equilibrio descritos mediante el formalismo cuántico; la generalización de las colectividades de la física estadística a situaciones “extrañas” pero habituales cuando se trabaja con un número relativamente pequeño de átomos; o el estudio de las llamadas transiciones de fase cuánticas.

El objetivo de este trabajo es que el estudiante aborde esta disciplina, a partir de los conocimientos de Física Cuántica y Física Estadística. Para ello, el alumno deberá familiarizarse, en primer lugar, con el estado actual de la disciplina, con sus bases físicas y con su terminología. A continuación, y dada la amplitud del tema, se centrará en una de las siguientes posibilidades, que constituyen distintas líneas de investigación activas, tanto teóricas como experimentales, en este campo:

- Procesos de no equilibrio en sistemas cuánticos: disipación y producción de entropía; diferencias con el régimen clásico.
- Entrelazamiento y entropía: cómo las correlaciones cuánticas pueden generar entropía y justificar el segundo principio de la termodinámica.
- Física estadística fuera del equilibrio en sistemas cuánticos pequeños.
- Anomalías debidas a fenómenos críticos: transiciones de fase cuánticas y sus consecuencias dinámicas.
- Generalización de las colectividades estadísticas a sistemas en los que no bastan la energía y el número de partículas para su descripción colectiva.
- Consecuencias del caos en física cuántica: equilibrio y pérdida de información sobre las condiciones iniciales.

En todos los casos, el alumno deberá entender el problema y su estado actual. En función de sus intereses, podrá profundizar en detalles sobre casos concretos (teóricos, experimentales o ambos) y/o realizar cálculos y simulaciones sencillas que le permitan profundizar en el tema.

Metodología:

En todos los casos, el alumno deberá elegir una de las propuestas listadas en el apartado anterior y revisar su bibliografía básica, con el fin entender el problema y su estado actual. Después, en función de la orientación que adquiera el trabajo, podrá centrarse en:

- Realizar una búsqueda bibliográfica por su cuenta, para profundizar en aspectos concretos del problema elegido.
- Llevar a cabo cálculos o simulaciones sencillas en algún sistema físico adecuado al fenómeno en estudio.

Se recomienda que el alumno tenga bien asentados los conceptos básicos que se estudian en Física Cuántica I y II, y Física Estadística. En función del tema y la orientación elegidos, podría ser aconsejable haber cursado o estar cursando algunas de las asignaturas de la orientación de Física Fundamental, como Termodinámica del No Equilibrio o Mecánica Cuántica. Asimismo, en caso de elegir la posibilidad de llevar a cabo una simulación, es conveniente que posea alguna experiencia con lenguajes de programación y/o software científico (Fortran, C, Python, Matlab, Octave...), pues será el alumno quien desarrolle los códigos numéricos.

Actividades
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los alumnos y les explicarán los fundamentos del trabajo. En dicha reunión, los alumnos escogerán el tema concreto de su trabajo.

Bibliografía:

Generales (conceptos sobre mecánica cuántica y física estadística en sistemas cuánticos aislados; las referencias pueden contener más temas de los que se discuten en este trabajo):

[1] *Quantum thermodynamics, Emergence of thermodynamic behavior within composite quantum systems*, J. Gemmer, M. Michel, and G. Mahler, Lect. Notes Phys. 657 (Springer, Berlin Heidelberg 2005).

[2] *Equilibration, thermalisation, and the emergence of statistical mechanics in closed quantum systems*, C. Gogolin and J. Eisert, Reports on Progress in Physics **79**, 056001 (2016).

[3] *Colloquium: Nonequilibrium dynamics of closed interacting quantum systems*, A. Polkovnikov, K. Sengupta, A. Silva, and M. Venkataraman, Review of Modern Physics **83**, 863 (2011).

[4] *Nonequilibrium Fluctuations, Fluctuation Theorems, and Counting Statistics in Quantum Systems*, M. Esposito, U. Harbola, and S. Mukamel, Reviews of Modern Physics **81**, 1665-1702 (2009).

Particulares (propias de cada tema propuesto, más concretas):

[5] *Thermalization and its mechanism for generic isolated quantum systems*, M. Rigol, V. Dunjko, M. Olshanii, Nature **452**, 854 (2008).

[6] *Experimental observation of a generalized Gibbs ensemble*, T. Langen, et al., Science **348**, 207 (2015).

[7] *Entropy production fluctuation theorem and the nonequilibrium work relation for free energy differences*, G. E. Crooks, Physical Review E **60**, 2721 (1999).

[8] *Equalities and inequalities: irreversibility and the Second Law of Thermodynamics at the Nanoscale*, C. Jarzynski, Annual Review of Condensed Matter Physics **2**, 329 (2011).

[9] *Entanglement and the foundations of statistical mechanics*, S. Popescu, A. J. Short, A. Winter, Nature Physics **2**, 754 (2006).

[10] *Entropy production as correlation between system and reservoir*, M. Esposito, K. Lindenberg, and C. Van den Broeck, *New Journal of Physics* **12**, 013013 (2010).

[11] *Irreversible processes without energy dissipation in an isolated Lipkin-Meshkov-Glick model*, R. Puebla and A. Relaño, *Physical Review E* **92**, 012102 (2015).

[12] *Entropy, chaos, and excited-state quantum phase transitions in the Dicke model*, C. M. Lóbez and A. Relaño, *Physical Review E* **94**, 012140 (2016).

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2016/17

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA APLICADA I

Título del tema:

Fenómenos de transporte en medios porosos

Plazas:

2

Objetivos:

Un medio poroso es un sistema heterogéneo constituido por una matriz sólida formada por materiales granulares y/o fibrilares, consolidada o no, que encierra un sistema disperso de espacios vacíos, denominados poros, total o parcialmente conectados, que pueden ser ocupados por fluido en sus diferentes estados: gas/vapor, líquido y mezclas bifásicas. En medios porosos se produce el transporte simultáneo de energía, materia y carga debido a diferentes fuerzas motrices dependiendo de la naturaleza físico-química del material. Los mecanismos de transporte dependen de varios factores como la temperatura, la presión, potencial eléctrico y de la estructura del poro (el tamaño de poro del medio y su distribución, la fracción de volumen vacío del medio, etc.). Los modelos de la estructura porosa son fundamentales para predecir las propiedades de transporte en medios porosos.

El objetivo principal del trabajo es que el alumno adquiera conocimientos básicos sobre los parámetros estructurales de los medios porosos y fenómenos de transporte de masa y energía a través de ellos sometidos a diferentes gradientes. Para ello, el alumno deberá familiarizarse, en primer lugar, con el estado actual de la disciplina, con sus bases físicas y con su terminología. El alumno realizará una búsqueda bibliográfica sobre la relación entre las propiedades de transporte y la estructura de poro del material poroso. A continuación, se centrará en una de las siguientes posibilidades, tanto teóricas como experimentales:

- Fenómenos de transporte en medios porosos de sistemas monofásicos: flujos de gases y difusión en medios porosos. Permeabilidad líquida en medios porosos.
- Fenómenos de transporte en medios porosos de sistemas bifásicos: transferencia simultánea de masa y energía, equilibrio líquido-vapor.
- Capilaridad en medios porosos: Equilibrio en sistemas trifásicos, modelos de estructura de poro.
- Realización en el laboratorio de una práctica para la caracterización de una red nano-fibra y estudio del transporte de energía y materia a través

de la misma sometida a gradientes de temperaturas.
En todos los casos, el alumno deberá entender el problema y su estado actual. En función de sus intereses, podrá realizar cálculos sencillos que le permitan profundizar en el tema.

Metodología:

- Revisión bibliográfica del estado del arte en medios porosos.
- Adquisición de conocimientos fundamentales sobre fenómenos de transporte de energía y materia en medios porosos.
- Posibilidad de realizar el trabajo experimentalmente, caracterizando medios porosos nano-estructurados y/o realizando experimentos de transporte.

Actividades
Formativas

- Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los alumnos y les explicarán los fundamentos del trabajo.
- El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para resolver sus dudas sobre el trabajo.
- Curso de EndNote y Búsqueda Bibliográfica Avanzada (Biblioteca de Ciencias Físicas)

Bibliografía:

Bibliografía inicial:

- F.A.L. Dullien. "Porous media. Fluid transport and pore structure" 2ª Edición. Academic Press (1992).
- M. Kaviany, "Principles of heat transfer in porous media". 2ª Edición. Springer (1995).
- Y.C. Yortsos, A.K. Stubos, "Phase change in porous media" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 6 (2001) 208-216.
- S. Geiger, K.S. Schmid, Y. Zaretskiy, "Mathematical analysis and numerical simulation of multi-phase multi-component flow in heterogeneous porous media" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 17 (2012) 147-155.
- T. Gambaryan-Roisman, "Liquids on porous layers: wetting, imbibition and transport processes" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 19 (2014) 320-335.

Puesto que una de las partes fundamentales de la metodología que se pretende seguir es la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno estas referencias a modo informativo. Se le proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA APLICADA I

Título del tema:

Modelización de materia condensada

Plazas:

4

Objetivos:

Las simulaciones por ordenador constituyen una herramienta en el estudio de la materia condensada, junto a la teoría y a los experimentos. Las simulaciones nos pueden ayudar tanto a confirmar predicciones teóricas como a entender y predecir resultados experimentales.

En este trabajo se pretende dar a conocer al alumno las modernas técnicas utilizadas en la modelización de materia condensada. Utilizando conceptos básicos de Física Estadística, el estudiante se familiarizará con técnicas de simulaciones como la Dinámica Molecular o el Monte Carlo. Dependiendo del interés del alumno, se realizarán simulaciones de algunos de los siguientes sistemas de actualidad:

- Simulaciones de bacterias
- Calculo de la energía interfacial en el modelo de Ising
- Nucleación heterogénea

Metodología:

1-El estudiante estudiará la bibliografía sugerida, familiarizándose con las bases teóricas.
2-Dependiendo del perfil del estudiante, el objetivo puede ser la realización de un trabajo bibliográfico, de estudio profundo de la literatura, o bien de aprendizaje y utilización de un código de simulación escrito por el tutor o un código opensource (como LAMMPS o GROMACS). Si este es el caso, el estudiante aprenderá los fundamentos de las técnicas de simulación de Dinámica Molecular y Monte Carlo, obteniendo resultados numéricos, contextualizándolos e interpretándolos.
Si fuese necesario el estudiante, bajo la supervisión del tutor, escribirá códigos numéricos, tanto de simulación como de análisis de datos.
3-El estudiante elaborará una memoria.

Algunos de estos trabajos se realizarán en colaboración con miembros del Departamento de Química Física I.

Actividades
Formativas

- 1- Aprendizaje de simulación molecular
- 2- El estudiante podrá asistir a seminarios formativos de Modelización Molecular en el Departamento de Química Física I.
- 3- Estudio crítico de artículos científicos publicados en revistas internacionales
- 4- Elaboración de una memoria

Bibliografía:

Se incluyen referencias de interés para el desarrollo de los objetivos. Los artículos científicos:

Libros:

- 1- "Understanding Molecular Simulations", D. Frenkel and B. Smit, Academic Press, London, (2001).
- 2- "Computer simulations of liquids", M. P. Allen and D. J. Tildesley, Oxford University Press, (1989).

Artículos:

- 1- "Detecting vapour bubbles in simulations of metastable water"; M.A. Gonzalez, G. Menzl, J.L. Aragoles, P. Geiger, F. Caupin, J.L.F. Abascal, C. Dellago and C. Valeriani, J. Chem. Phys. 141 18C511 (2014).
2. "Bubble nucleation in simple and molecular liquids via the largest spherical cavity method"; M.A. Gonzalez, J.L.F. Abascal, C. Valeriani and F. Bresme, J. Chem. Phys. 142 154903 (2015).
- 3- "Nucleation free-energy barriers using molecular dynamics umbrella sampling"; M.A. Gonzalez, E. Sanz, C. McBride, J.L.F. Abascal, C. Vega and C. Valeriani, Phys. Chem. Chem. Phys. 16 24913 (2014).
- 4- "Homogeneous ice nucleation at moderate supercooling from molecular simulations"; E. Sanz, C. Vega, J.R. Espinosa, R. Bernal, J. Abascal and C. Valeriani J. Am. Chem. Soc, 135 15008 (2013).
[Spotlight article DOI: 10.1021/ja410682n]
5. "The crystal-fluid interfacial free-energy and nucleation rate of NaCl from different simulation methods"; J.R. Espinosa, C. Vega, C. Valeriani and E. Sanz, J. Chem. Phys 142 194709 (2015).
- 6- "Avalanches mediate crystallization in a hard-sphere glass"; E. Sanz, C. Valeriani, E. Zaccarelli, W.C.K. Poon, M. Cates and P.N. Pusey PNAS 75 111 (2014)
- 7- "Chemotactic clusters in confined run-and-tumble bacteria: a numerical investigation"; E.J. Marsden, C. Valeriani, I. Sullivan, M.E. Cates and D. Marenduzzo Soft Matter, 10 157 (2014)
- 8- "Living clusters and crystals from low density suspensions of active colloids"; B. Mognetti, A. Saric, S. Angioletti-Uberti, A. Cacciuto, C. Valeriani and D. Frenkel Phys. Rev. Lett., 111 245702 (2013) Focus article by Philip Ball Physics 6 134 (2013)
- 9- "Phase-separation and rotor self-assembly in active particle suspensions"; J. Schwarz-Linek, C. Valeriani, A. Cacciuto, M.E. Cates, D. Marenduzzo, A. Morozov and W.C.K. Poon PNAS 106, 4052 (2012)

Una vez que el estudiante se haya iniciado en el tema, se le proporcionará bibliografía adicional.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA APLICADA I

Título del tema: Difusión en mezclas líquidas ternarias

Plazas: 2

Objetivos:

La matriz de difusión Fick de una mezcla líquida ternaria se expresa como producto de una matriz de coeficientes de Stefan-Maxwell (u Onsager) por una matriz de derivadas de los potenciales químicos [1]. Se suele suponer que casi toda la dependencia de la matriz de Fick en la composición es debida a los potenciales químicos [2].

El objetivo de este trabajo es validar dicha hipótesis aprovechando las numerosas medidas recientemente publicadas [3] para una mezcla de hidrocarburos (tetralina / isobutilbenceno / n-dodecano) que puede considerarse cuasi-ideal.

Metodología:

En primer lugar, el alumno deberá revisar la bibliografía general, con el fin de familiarizarse con el problema. Se utilizarán métodos numéricos para modelar las medidas experimentales [3] usando mezcla ideal. Se utilizará estadística Bayesiana y métodos de Monte Carlo para evaluar la hipótesis de coeficientes Maxwell-Stefan independientes de la concentración.

Dado el carácter del trabajo, es recomendable que el alumno haya cursado la asignatura Termodinámica del No Equilibrio y tenga alguna experiencia con lenguajes de programación y/o software científico.

Actividades Formativas: Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los alumnos y les explicarán los fundamentos del trabajo.

Bibliografía:

[1] Ross Taylor, R. Krishna, "Multicomponent Mass Transfer" John Wiley & Sons, 1993

[2] Balakrishnan et al., "Fluctuating hydrodynamics of multispecies nonreactive mixtures," Phys. Rev. E 89 (2014) 013017

[3] Sechenyh et al. "Fickian Diffusion in Ternary Mixtures Composed by 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalene, Isobutylbenzene, and n-Dodecane" J. Phys. Chem. B. 120(3) (2016) 535-48.

GRADO EN FÍSICA- CURSO 2017/18

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

FÍSICA APLICADA I

Título del tema:

Temas Recientes en Termodinámica y Física Estadística

Plazas:

4

Objetivos:

La Termodinámica y la Física Estadística son disciplinas científicas que tuvieron sus orígenes en el siglo XIX, con los trabajos de Carnot, Boltzmann, Clausius, Gibbs, Helmholtz, Maxwell, entre otros. A mediados del siglo XX se hallaban ya establecidos los principios fundamentales sobre los que se sustenta la Termodinámica Clásica y la Física Estadística. Aunque estos principios han permanecido esencialmente inalterados desde entonces, sus aplicaciones a nuevos sistemas o situaciones físicas no ha dejado de crecer.

El objetivo del Trabajo de Fin de Grado es que el estudiante identifique, en la literatura científica avanzada, temas, campos o situaciones en los que la Termodinámica o la Física Estadística hayan contribuido al desarrollo de dicho campo o hayan resuelto problemas planteados en los mismos. El rango de aplicación se extiende desde la Física Atmosférica, a la Materia Condensada, la Física de Altas Energías, o las aplicaciones en Ingeniería o Biología, o a sistemas fuera de la Física o las Ciencias, como Economía o sociedad. El tema de trabajo es a elección del alumno, siempre que dichas aplicaciones se hayan desarrollado en los últimos 15 años.

Metodología:

El alumno debe seleccionar, de acuerdo con los criterios anteriores, un tema para el desarrollo de su TFG, consultando para ello libros o artículos científicos.

Al comienzo del semestre, el alumno debe presentar un resumen de su propuesta de TFG a uno de los profesores de la asignatura, que darán el visto bueno al mismo o por el contrario, desestimarán la propuesta.

Una vez aprobado, el estudiante desarrollará el tema elegido siempre supervisado por los profesores de la asignatura a través de tutorías. Si procede, podría realizar investigación teórica, experimental o simulación numérica.

Actividades
Formativas

Fundamentalmente estudio de bibliografía en la biblioteca y hemeroteca de la facultad.

Bibliografía:

Dada la naturaleza del trabajo propuesto, no hay bibliografía concreta, excepto en los libros básicos de Termodinámica y Física Estadística y las publicaciones científicas relacionadas con los temas.