



Proyecto/Guía docente de la asignatura

Asignatura	"FUNDAMENTOS DE FÍSICA CUÁNTICA Y ESTADÍSTICA"		
Materia	"FUNDAMENTOS DE FÍSICA"		
Módulo			
Titulación	FÍSICA / (P.E.C.) FÍSICA y MATEMÁTICAS		
Plan	469/563	Código	45747
Periodo de impartición	2º Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Formación Básica
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	1º/2º
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	Castellano		
Profesores responsables	(por orden cronológico de impartición) D. Luis Fernando Hevia de los Mozos D. Abel Calle Montes D ^a . Pilar Íñiguez de la Torre Bayo		
Datos de contacto: Centro, Nombre. Despacho, E-mail, Teléfono...	UVa. Facultad de Ciencias. Bloque central (B. Física). Fernando: luisfernando.hevia@uva.es Abel. Despacho B323. abel.calle@uva.es ; + (34) 98342-3758 Pilar. Despacho B117. piluca@fta.uva.es ; + (34) 983 18 41 97		
Departamentos	(por orden cronológico de impartición) Física Aplicada Física Teórica, Atómica y Óptica		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Según la *Memoria de verificación del Grado en Física* (págs. 57 y 58), esta asignatura pertenece a la materia: “*Fundamentos de Física*”, que es un grupo de tres asignaturas cuatrimestrales de 6 ECTS de iniciación a la física, centrándose en la parte de Física Estadística y Física Cuántica-

Se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso del Grado de Físicas, o en el segundo curso del Plan de Estudios Conjunto (P.E.C.) Grado en Física y Grado en Matemáticas. Como sus compañeras de la materia “*Fundamentos de Física*”, es una asignatura del tipo “Formación Básica”.

1.2 Relación con otras materias

Como ya se ha mencionado, esta asignatura pertenece a la materia “*Fundamentos de Física*”, que es un grupo de tres asignaturas cuatrimestrales de 6 ECTS de iniciación a la física, tituladas: “*Fundamentos de Mecánica y Termodinámica*”, “*Fundamentos de Campos y Ondas*” y “*Fundamentos de Física Cuántica y Estadística*”.

Además, está relacionada con otras materias del Plan de Estudios del Grado en Física, como puede ser el caso de la materia “*Termología*”, que estudia de la forma más general posible el intercambio de materia, energía e información (entropía) entre todos los sistemas que existen en la Naturaleza (sistemas físicos); que, a su vez, se subdivide en dos asignaturas: “*Termodinámica*” y “*Física Estadística*”, ambas de carácter obligatorio, situadas en 2º y 3º curso del Grado en Física.

Asimismo, está relacionada con la materia “*Física Cuántica*”, que, a su vez, se subdivide en dos asignaturas: “*Física Cuántica*” y “*Mecánica Cuántica*”, ambas de carácter obligatorio, situadas en 3º y 4º curso del Grado en Física

1.3 Prerrequisitos

Al ser una asignatura que se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso, *no se requieren prerrequisitos especiales*. Solamente se requieren los conocimientos de Física y Matemáticas adquiridos en las asignaturas del primer cuatrimestre.



2. Competencias

Se indican a continuación las descritas en la **Memoria de verificación del Grado en Física**.

2.1 Generales

- T1: Capacidad de análisis y de síntesis.
- T2: Capacidad de organización y planificación.
- T3: Capacidad de comunicación oral y escrita.
- T4: Capacidad de resolución de problemas.
- T5: Capacidad de trabajar en equipo.
- T7: Capacidad de trabajo y aprendizaje autónomo.
- T8: Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- T9: Creatividad.

2.2 Específicas

- E1: Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación física, de las formas en que se lleva a cabo y de cómo la investigación en Física es aplicable a muchos campos diferentes al de la Física.
- E2: Ser capaz de presentar un tema académico o una investigación propia tanto a profesionales como a público en general.
- E3: Ser capaz de comparar nuevos datos experimentales con modelos disponibles para revisar su validez y sugerir cambios con el objeto de mejorar la concordancia de los modelos con los datos.
- E4: Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes.
- E5: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías y, por lo tanto, permiten el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- E6: Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable.
- E7: Ser capaz de desarrollar software propio y manejar herramientas informáticas convencionales.
- E8: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.
- E9: Estar adecuadamente preparado para ejercitar una labor docente.
- E10: Ser capaz de mantenerse informado de los nuevos desarrollos.
- E11: Adquirir familiaridad con las fronteras de la investigación.
- E12: Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, de su estructura lógica y matemática y su soporte experimental.
- E13: Ser capaz de integrar los conocimientos recibidos de las diferentes áreas de la Física para la resolución de un problema.
- E14: Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, y ser capaz de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales.
- E15: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.



3. Objetivos

Memoria de verificación del Grado en Física. Anexo II: Fichas de asignaturas, pág. 5.

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Comprender el concepto de mol y el sentido del número de Avogadro
- Comprender los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados termodinámicos de equilibrio.
- Aprender el formalismo del estudio probabilístico de los sistemas físicos.
- Saber obtener las propiedades de un sistema físico a partir de modelos microscópicos sencillos.
- Conocer cómo la entropía y sus propiedades dan cuenta del comportamiento termodinámico de los sistemas.
- Entender las hipótesis de la Teoría Cinética Molecular (TCM), y sus limitaciones.
- Comprender y saber aplicar las leyes de distribución de velocidades de Maxwell y Boltzmann
- Conocer los fenómenos que históricamente dieron origen a la Teoría Cuántica.
- Conocer los constituyentes de la materia y las características de sus interacciones.
- Comprender la dualidad onda–corpúsculo.
- Conocer y entender las ideas básicas de la física cuántica.
- Modelizar las propiedades cuánticas de la materia mediante modelos sencillos.
- Comprender los conceptos básicos sobre átomos y núcleos.



4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	24	Estudio y trabajo autónomo individual	85
Clases prácticas de aula (A)	30	Estudio y trabajo autónomo grupal	
Laboratorios (L)		Búsquedas bibliográficas	5
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios (S)			
Tutorías grupales (TG)			
Evaluación	6		
Total presencial	60	Total no presencial	90





5. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: “Fundamentos de Física Estadística”

Carga de trabajo en créditos ECTS:

3

a.- Contextualización y justificación

Consiste en la primera parte de la asignatura. Ver detalles en epígrafe 1.1.

b.- Objetivos de aprendizaje

- Comprender el concepto de mol y el sentido del número de Avogadro
- Comprender los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados termodinámicos de equilibrio.
- Aprender el formalismo del estudio probabilístico de los sistemas físicos.
- Saber obtener las propiedades de un sistema físico a partir de modelos microscópicos sencillos.
- Conocer cómo la entropía y sus propiedades dan cuenta del comportamiento termodinámico de los sistemas.
- Entender las hipótesis de la Teoría Cinética Molecular (TCM), y sus limitaciones.
- Comprender y saber aplicar las leyes de distribución de velocidades de Maxwell y Boltzmann

c- Contenidos

Contexto histórico de la Física Estadística.

El atomismo griego; La alquimia; Escuela mecanicista anterior al siglo XX; Los gigantes de la Termodinámica; Fundadores de la Física Estadística s. XIX; Controversias filosóficas; Física Cuántica y Física Estadística.

La teoría cinética de gases.

Macroestado y microestado; Descripción estadística; Nociones básicas de probabilidad; Leyes ponderales; Modelo microscópico del gas ideal; Colisiones de partículas sobre la pared del recipiente; Interpretación cinética de la presión; Recorrido libre medio.

Mecánica estadística clásica.

Definición de la entropía; Nociones básicas de combinatoria; Conjunto microcanónico: microestado, macroestado y distribución más probable; Conjunto canónico: ley de distribución de Boltzmann, función de distribución de velocidades de Maxwell-Boltzmann, función de partición de un gas ideal, ecuación de estado del gas ideal monoatómico; Anexo: integrales útiles en Física Estadística.

Teorema de equipartición de la energía.

Introducción; Teorema de equipartición de la energía; Grados de libertad; Calor específico molar de gases ideales; Diagramas de nivel de energía.

El gas ideal monoatómico cuántico.

Partículas idénticas distinguibles e indistinguibles; Fermiones y bosones; Distribución de Fermi-Dirac; Distribución de Bose-Einstein; Límite de validez clásica.



Bloque 2: "Fundamentos de Física Cuántica"

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3

a.- Contextualización y justificación

Consiste en la segunda parte de la asignatura. Ver detalles en epígrafe 1.1.

b.- Objetivos de aprendizaje

- Conocer los fenómenos que históricamente dieron origen a la Teoría Cuántica.
- Conocer los constituyentes de la materia y las características de sus interacciones.
- Comprender la dualidad onda-corpúsculo.
- Conocer y entender las ideas básicas de la física cuántica.
- Modelizar las propiedades cuánticas de la materia mediante modelos sencillos.
- Comprender los conceptos básicos sobre átomos y núcleos.

c.- Contenidos

La luz y los electrones antes de la física cuántica. Fenómenos luminosos. Tubos de rayos catódicos. Efecto Zeeman. Medidas en clase.

Cuantificación de la energía. Radiación térmica. Espectro del cuerpo negro. Leyes experimentales. Explicación de Planck.

Naturaleza corpuscular de la luz. Propiedades de las ondas. Emisión fotoeléctrica. Efecto Compton.

Carácter ondulatorio de las partículas. Relaciones de De Broglie. Difracción e interferencia con partículas. Onda asociada a una partícula libre. Dualidad onda corpúsculo. Principio de incertidumbre de Heisenberg.

Mecánica Cuántica. Ecuación de Schrodinger. Partícula en un pozo infinito. Partícula libre. Potencial barrera.

Núcleos y Átomos. Desintegración alfa, dispersión coulombiana y efecto túnel. Modelo atómico de Bohr. Rayos X. Espectros gamma. Medidas en clase.

Átomos, magnetismo y spin. Experimentos de átomos en campos magnéticos. Datación e imagen por resonancia magnética. Partículas idénticas y condensados.

d.- Métodos docentes

Al ser una *asignatura teórica*, que no requiere de trabajo experimental en el laboratorio, se procederá como sigue:

- Explicación de la teoría de la asignatura por el profesor, mediante clases magistrales.
- Resolución de problemas y ejercicios, con discusión (participativa) de las soluciones.
- Trabajo autónomo por parte del alumno sobre teoría, ejercicios y problemas.
- Se supervisa el aprovechamiento mediante tutorías, en los casos necesarios.



Es aconsejable que el alumno prepare las clases de asignatura con antelación, para lo cual se le proporcionarán los materiales y recursos de apoyo necesarios, ya sea elaborados por el profesor (que se publicarán, advirtiéndolo adecuadamente, en la plataforma “*Campus Virtua*” de la Universidad de Valladolid), ya sea de fácil acceso en internet, en la biblioteca del Campus Miguel Delibes o en la reprografía del centro.

Una vez realizada la explicación de cada parte teórica de la asignatura, se procederá a resolver una serie de problemas y ejercicios modelo, que permitirán al alumno averiguar si su comprensión es la adecuada; toda vez que, al resolver las dudas o cuestiones que puedan surgir durante las discusiones tuteladas de dicha parte, se puede evaluar perfectamente el avance conseguido.

El alumno deberá trabajar a continuación de forma autónoma, ya sea sobre una colección complementaria de problemas proporcionada por el profesor o a partir de la bibliografía propuesta (teoría y problemas).

En todo momento, tanto para el caso de las actividades presenciales (alumnos y profesor), como para el caso del trabajo autónomo del alumno (actividades no-presenciales), Si fuera necesario, se supervisará el avance del trabajo realizado mediante el conjunto de tutorías establecidas, que permitirán resolver convenientemente las dudas planteadas.

e.- Plan de trabajo

Cada tema tiene el siguiente plan de trabajo:

- Explicar en clases magistrales la teoría.
- Resolver, explicar y discutir con los alumnos en clase varios ejercicios y problemas del tema.

f.- Evaluación

La evaluación consistirá en un examen final escrito de los dos bloques de la asignatura. También se tendrán en cuenta, en su caso, las presentaciones que puedan hacer los alumnos en las clases de problemas y sus respuestas a las cuestiones planteadas en clase con el profesor. La nota final es un promedio de las notas de ambos bloques suponiendo que se ha alcanzado una nota mínima de 5 sobre 10 en cada uno de ellos.

En caso de que uno de los bloques resultara aprobado (nota igual o superior a 5) y el otro bloque resultara suspenso (nota inferior a 5), el bloque aprobado será eliminatorio de cara a la convocatoria extraordinaria, pudiéndose examinar el alumno, en dicha convocatoria, solamente del bloque suspenso. En caso de no haber superado ambos bloques, tras la convocatoria extraordinaria, la asignatura quedará suspensa en su totalidad.



g;h- Bibliografía

Bibliografía Básica del Bloque 1

Metodología tradicional y Teoría Cinética

- Aguilar Peris J.** “Curso de Termodinámica”, Editorial Alambra (1989).
- Alonso, Marcelo y Finn, Edward J.** “Física. Volumen 3: Fundamentos cuánticos y Estadísticos”. Addison Wesley
- Castillo Gimeno, J. L. y García Ybarra, P. L.** “Introducción a la Termodinámica Estadística mediante problemas”. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- de la Rubia J. y Brey J.** “Introducción a la Mecánica Estadística”, Ediciones del Castillo S.A. (1978).
- Sears F.W. and Salinger G.L.** *Termodinámica, Teoría Cinética y Mecánica Estadística* (2ª Edición), Editorial Reverté (1980).
- Serway, R.A. and Jewett, J.W.** Física: para ciencias e ingeniería. Cengage Learning Editores, S.A.
- Smith, Norman O.** Elementary Statistical Thermodynamics: A problems approach. Plenum press, New York, 1982
- Tipler, Paul A. and Llewellyn, Ralph A.** “Modern Physics” 6th edition. W. H. Freeman and Company New York
- Yung-Kuo Lim (Editor).** “Problems and Solutions on Thermodynamics and Statistical Mechanics”. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. (Compiled by: the physics coaching class University of Science and Technology of China)

Metodología MaxEnt

- Biel Gayé J.** “Formalismo y métodos de la Termodinámica” (Vol. 1 y 2), Editorial Reverté (1998).
- Brillouin L.** “Science and Information Theory” (2ª Edición), Dover Phoenix Editions (2004).
- Diu B., Guthmann C., Lederer D. et Roulet B.** “Physique Statistique”, Hermann Editeurs (1989).
- Jaynes E.T.** “Where Do We Stand on Maximum Entropy?”. Páginas 15-118 del libro: The Maximum Entropy Formalism, Editado por D. Levine and M. Tribus. The M.I.T. Press (1979).
- Landsberg P.T.** “Thermodynamics and Statistical Mechanics”, Dover Publications, Inc. (1990).

Bibliografía complementaria del Bloque 1

- Ben-Naim A.** “La entropía desvelada”, Colección Metatemas (nº 118). Tusquets. Barcelona (2011).
- Boltzmann L.** “Escritos de mecánica y termodinámica”, Alianza Editorial (nº 1173). Madrid (1986).
- Galileo Galilei.** “Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias”, Edición preparada por C. Solís y J. Sádaba, Biblioteca de la Literatura y el Pensamiento Universales (nº 10). Editora Nacional. Madrid (1976) [“Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias”. Madrid: Editora Nacional, 1981 (reimp.)].
- Jou D., Llebot J.E. y Pérez C.** “Física para las ciencias de la vida”. McGraw-Hill. Madrid (2ª Ed. 2009).
- Laughlin R. B.** “Un universo diferente: La reinención de la física en la edad de la emergencia”. Buenos Aires: Katz Editores (2007).
- Shannon C.E. and Weaver W.** “The Mathematical Theory of Communication”, Univ. Illinois Press (1969).

(Se proponen lecturas complementarias en temas puntuales)

- Atkins, Peter W.** “Las cuatro leyes del universo”. S.L.U. Espasa libros.
- AAPT**, Americal Journal of Physics.
- Gamow, George.** “Biografía de la Física”. Alianza Editorial.
- RSEF**, Revista de Física
- Schrodinger, Erwin.** “¿Qué es la vida?”. Tusquets editores



Bibliografía Básica del Bloque 2

David Jou, *Introducción al mundo cuántico*,

<http://www.librosmaravillosos.com/introduccionalmundocuantico/index.html>

Marcelo Alonso y Edward J. Finn “*Física. Volumen 3: Fundamentos cuánticos y Estadísticos*”. Addison Wesley

Serway, R.A., Moses, C.J. and Moyer, C.A. “*Modern Physics*”. 3th edition, Thomson Brooks/Cole

P. A. Tipler y G. Mosca “*Física para la Ciencia y la Tecnología*”. Volumen 3 (Física moderna) Editorial. Reverté

Sears-Zemansky, Young Freedman “*Física_ Universitaria; con Física Moderna*”. Volumen 2, Editorial Pearson

Bibliografía complementaria del Bloque 2

David Bohm, “*Quantum Theory*”, Dover Books

i.- Recursos necesarios

El profesor de la asignatura hará accesible a los alumnos el conjunto de materiales y recursos de apoyo que considere adecuado utilizar en la preparación de la asignatura, a través de la página web de la Uva, de la reprografía del centro o mediante un entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicada en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.



6. Temporalización (por bloques temáticos)

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Fundamentos de Física Estadística Bloque 1 (3 ECTS)	1ª mitad del 2º Cuatrimestre
Fundamentos de Física Cuántica Bloque 2 (3 ECTS)	2ª mitad del 2º Cuatrimestre



**7. Tabla resumen de los instrumentos, procedimientos y sistemas de evaluación/calificación**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Resolución de exámenes Bloque 1	50%	Véase el apartado f de esta guía.
Resolución de exámenes Bloque 2	50%	Véase el apartado f de esta guía.

8. Consideraciones finales

Aunque forma parte del corpus de **Física Básica**, esta asignatura es conceptualmente más compleja que las restantes ya que, a diferencia de ellas, el alumno ha tenido pocos conocimientos en los cursos previos de las materias y de los conceptos que se le muestran. Esto le obliga a una fuerte conceptualización y comprensión de ciertos conceptos que exigen un mayor esfuerzo de abstracción y de asimilación del substrato intelectual que yace en las ecuaciones que se le presentan. Las ecuaciones, en esta asignatura, tienen un significado y una profundidad que llegan mucho más allá de lo que expresan los simples símbolos que las conforman. Por ello, una de las principales características de esta asignatura es que exige al alumno un gran y permanente ejercicio mental de asimilación, comprensión, abstracción y reflexión de todas y cada una de las partes de la misma.

Por otra parte, la **Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades** (Legislación consolidada, última actualización publicada: 06/12/2018), en su **Artículo 4.3 (segundo párrafo)**, indica que: *“Las Universidades podrán impartir enseñanzas conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional en modalidad presencial y no presencial...”*. De esta forma, toda vez que **la enseñanza de la asignatura es de modalidad presencial**, cualquiera de las normas, recomendaciones, sugerencias, etc., que aparecen en este **Proyecto Docente**, podrán ser clarificadas y matizadas en dichas clases presenciales (mediante las explicaciones correspondientes), atendiendo siempre a las directrices que marque la Universidad de Valladolid, la Junta de Sección de Física o los profesores responsables de la misma.

El profesor es figura clave en el proceso de aprendizaje y condiciona y supedita todo el contenido de este proyecto docente a las explicaciones y aclaraciones impartidas en clase presencial, a la cual el alumno está obligado a asistir, de acuerdo con el concepto de “evaluación continua”.



Adenda a la Guía Docente de la asignatura

La adenda debe reflejar las adaptaciones sobre cómo se desarrollaría la formación si tuviese que ser desarrollada en modalidad online por mandato de autoridades competentes. Se deben conservar los horarios de asignaturas y tutorías publicados en la web de la UVa, indicar el método de contacto y suministrar un tiempo razonable de respuesta a las peticiones de tutoría (2-4 días lectivos). Describir el modo en que se desarrollarán las actividades prácticas. En el caso de TFG/TFM, desarrollar detalladamente los sistemas de tutorías y tutela de los trabajos.

A4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloques Fundamentos de Física Estadística y Fundamentos de Física Cuántica 1 y 2:

Carga de trabajo en créditos ECTS:

c. Contenidos Adaptados a formación online

Sin modificación respecto a los expuestos en el epígrafe 5 del presente documento

d. Métodos docentes online

Se realizará mediante las plataformas Teams, Webex u otras plataformas digitales alternativas que la Institución ponga a disposición del profesorado

e. Plan de trabajo online

Se expondrán los temas con frecuencia deseable diaria, aunque la frecuencia estará supeditada a posibles cambios de horarios que realice la coordinación del grado; siempre utilizando los recursos y las plataformas virtuales ofertadas por la Universidad

f. Evaluación online

Pruebas exámenes online y examen ordinario y extraordinario mediante entrega de tareas de forma telemática a través de las plataformas habilitadas por la Uva.

i. Temporalización

Sin modificación respecto a lo expuesto en el epígrafe 6 del presente documento

A5. Métodos docentes y principios metodológicos

La asignatura se encuentra planificada mediante material digital, tanto en lo que respecta a las clases magistrales como a problemas prácticos. Por lo tanto, la impartición, en situación de no presencialidad, se realizará bajo la misma metodología de clases on-line mediante plataformas digitales. En aquellos casos conflictivos en que se produzcan conflictos tecnológicos, el profesor aportará material y se pondrá a disposición del alumno para las tutorías pertinentes.

En todo lo expuesto se asume como prerequisite que el alumno disponga de ordenador con conexión a internet, para poder acceder a la enseñanza on-line.

A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

Sin modificación respecto a los expuestos en el epígrafe 4 del presente documento



A7. Sistema y características de la evaluación

Sin modificación respecto a los expuestos en el **epígrafe 7 del presente documento**.

Es necesario matizar que los exámenes y pruebas de evaluación planteados al alumno no serán necesariamente de tipo "test", pudiendo consistir en la propuesta de problemas que el alumno deberá realizar en papel y, posteriormente y con tiempo limitado, enviar la prueba escrita al profesor mediante la plataforma digital oficial de la Uva. Por lo tanto, podrán combinarse ambas modalidades de evaluación: cuestionarios tipo test y/o pruebas escritas escaneadas y enviadas en tiempo real.

