



Proyecto/Guía docente de la asignatura

| | | | |
|--|---|---------------|------------------|
| Asignatura | <i>"FUNDAMENTOS DE FÍSICA CUÁNTICA Y ESTADÍSTICA"</i> | | |
| Materia | <i>"FUNDAMENTOS DE FÍSICA"</i> | | |
| 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 | Prof. Dr. D. José Carlos Cobos Hernández D ^a . Ana Cobos Huerga Prof ^a . Dr ^a . D ^a . Pilar Íñiguez de la Torre Bayo | | |
| Datos de contacto: Centro Nombre. Despacho, E-mail Teléfono... | <p>UVa. Facultad de Ciencias. Bloque central (B. Física). 3^{er} piso. José Carlos. Despacho B326. josecarlos.cobos@uva.es + (34) 98342-3137</p> <p>Ana. Despacho B311. ach@termo.uva.es + (34) 98342-3132</p> <p>-----</p> <p>1^{er} piso. Pilar. Despacho B117. piluca@fta.uva.es + (34) 983 18 41 97</p> | | |
| Departamentos | 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 3er 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. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: *“Fundamentos de Física Estadística”*

Carga de trabajo en créditos ECTS: **3**

4.1.a.- Contextualización y justificación

Consiste en la primera parte de la asignatura.

4.1.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



4.c.1.- Contenidos

PARTE I: INTRODUCCIÓN

Tema 1.- Física en la Universidad de Valladolid

La Universidad de Valladolid (UVA).- Breve reseña histórica de la evolución de los estudios de Física en la UVA.- Naturaleza y objetivos de la Física.- El Método Científico. Ejemplo de aplicación: Sistemas de masa variable.- **Leyes de Escala (alométricas e isométricas) y Propiedades emergentes.**

PARTE II: EL MÉTODO DE ENTROPÍA MÁXIMA (MAXENT)

Tema 2.- El Método de la Entropía Máxima (MaxEnt)

Las descripciones determinista (causal) y contingente (casual) del mundo.- Probabilidad como medida de la Incertidumbre de la realidad física. Concepto de Autoinformación.- **Entropía e Información. Diferentes definiciones de la misma.**- La entropía de Boltzmann – Planck y la entropía de Gibbs – von Neumann – Shannon.- **El método de la ENTropía Máxima (MaxEnt).- Metodología de trabajo MaxEnt en el estudio de sistemas generales de carácter probabilista.**- Estudio de algunos ejemplos significativos.

Tema 3.- El Método de la Entropía Máxima (MaxEnt) para variables aleatorias continuas

Limitaciones y problemas generales que se advierten en formulación estadística de sistemas descritos mediante variables aleatorias continuas.- Probabilidad como medida (relativa) de la Incertidumbre de la realidad física.- Pequeño estudio de la invariancia de la entropía respecto de los cambios del sistema de referencia y transformaciones de escala: traslación, rotación y deformación.

Tema 4.- Introducción a los Conjuntos de Gibbs. Conjuntos Microcanónico y Canónico

La **entropía** y su uso en sistemas aislados: **Conjunto microcanónico.**- La **función de Massieu** y su uso en sistemas cerrados que no intercambian trabajo y que se encuentran en equilibrio térmico con su entorno: **Conjunto canónico.**- Interpretación microscópica del Primer Principio de la Termodinámica.- **Conexión entre las descripciones Macroscópica (Termodinámica) y Microscópica (Mecánica) de los sistemas físicos.**

PARTE III: GAS IDEAL POLIATÓMICO SEMICLÁSICO Y TEORÍA CINÉTICA

Tema 5.- El gas ideal cuántico monoatómico y su límite semiclásico

Funciones de partición canónica y grancanónica.- Las estadísticas de Fermi-Dirac y Bose-Einstein.-El límite semiclásico de las estadísticas cuánticas: La estadística de Maxwell-Boltzmann.- Rango de validez de la aproximación semiclásica.- Gas ideal cuántico poliatómico en el límite semiclásico.

Tema 6.- Teoría Cinética Molecular (TCM) de los gases y cristales ideales

La descripción clásica de los gases y cristales ideales.- Espacio de configuración y espacio de las fases.- Las Hipótesis de la Teoría Cinética Molecular (TCM) de Maxwell y Boltzmann (MB).- Funciones densidad de probabilidad y ley de distribución de velocidades moleculares de MB.- Celeridad más probable y celeridad media.- Densidad de flujo molecular.- Presión.- Principio de equipartición de la energía.- Comparación de las capacidades caloríficas predichas por la TCM clásica con los resultados experimentales. Temperatura característica de los grados de libertad.



4.1.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 colección de ejercicios y problemas.
- Se supervisa el aprovechamiento mediante tutorías, en los casos necesarios.

- Los alumnos dispondrán de los materiales y recursos necesarios con anterioridad.

En resumen:

En primer lugar.- 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 Virtual*” 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.

En segundo lugar.- 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.

En tercer lugar.- El alumno deberá **trabajar** (de forma autónoma) a continuación, sobre una **colección complementaria de problemas**, proporcionada por el profesor, que puede ser ampliada con la bibliografía propuesta.

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 ES NECESARIO, se supervisará el avance del trabajo realizado** mediante el conjunto de **tutorías** establecidas, que permitirán resolver convenientemente las dudas planteadas.



4.1.e.- Plan de trabajo

Cada tema tiene el siguiente plan de trabajo y en este orden:

- Explicar en clases magistrales la teoría: 50 % del tiempo de cada tema.
- Resolver, explicar y discutir con los alumnos en clase varios ejercicios y problemas del tema: 50 % del tiempo.

De forma más detallada, el conjunto de actividades presenciales y no-presenciales a realizar aparecen descritas, someramente, en la tabla siguiente:

| ACTIVIDADES PRESENCIALES | HORAS | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES | HORAS |
|--|-----------|---|-----------|
| Clases teóricas (T) (Profesor/Magistrales) | 30 | | |
| Clases prácticas de aula (A) (Profesor/Alumnos) | 30 | Estudio autónomo (Resolución de colección de ejercicios y problemas) | 60 |
| Trabajo en Laboratorio (L) | | Redacción de informes de laboratorio | |
| Tutorías individuales (TI) | 5 | Preparación y redacción de trabajos y ejercicios | |
| Tutorías grupales (TG) (En Aula reservada al efecto) | 10 | | |
| Seminarios (S) | | Búsquedas bibliográficas | |
| Sesiones de Evaluación | 5 | Preparación de exámenes | 10 |
| Total presencial | 80 | Total no presencial | 70 |

4.1.f.- Evaluación

La evaluación consistirá en un **examen final escrito** de los dos bloques de la asignatura (Normalmente, 1 problema + 3 cuestiones).

También se tendrá en cuenta las presentaciones de los alumnos en las clases de problemas y sus respuestas a las cuestiones planteadas en clase con el profesor.



4.g.1.- Bibliografía básica

TEORÍA: METODOLOGIA MAXENT

- * **Balian R.** *From Microphysics to Macrophysics. Methods and Applications of Statistical Physics*, Springer-Verlag, Vol. I (1991), Vol. II (1992).
- * **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).
- * **Buck B. and Macaulay V.A.** *Maximum Entropy in Action*, Oxford Univ. Press (1991).
- * **Diu B., Guthmann C., Lederer D. et Roulet B.** *Physique Statistique*, Hermann Editeurs (1989).
- * **Gopal E.S.R.** *Statistical Mechanics and Properties of Matter*, Ellis Horwood Pub. (1974).
- * **Grandy, W.T., Jr.** *Foundations of Statistical Mechanics* (Volume 1: *Equilibrium Theory*. Volume 2: *Nonequilibrium phenomena*) Reidel Publishing Company (1987).
- * **Guggenheim E. A.** *Termodinámica*, Editorial Tecnos (1970) ["Thermodynamics: an advanced treatment for chemists and physicists". Amsterdam: North-Holland, 1988 (5th rev. ed., 3rd reprint)].
- * **Honerkamp J.** *Statistical Physics. An Advanced Approach with Applications* (2ª Edición), Springer (2002).
- * **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).
- * **Khinchin A.I.** *Mathematical Foundations of Information Theory*, Dover Publications, Inc. (1957).
- * **Landsberg P.T.** *Thermodynamics and Statistical Mechanics*, Dover Publications, Inc. (1990).
- * **Leff H.S. and Rex A.F.** *Maxwell's Demon. Entropy, Information, Computing*, Adam Hilger (1990).
- * **Leff H.S. and Rex A.F.** *Maxwell's Demon 2. Entropy, Classical and Quantum Information, Computing*, Institute of Physics Pub. Ltd. (2003).
- * **Ngô H. et Ngô C.** *Physique Statistique. Introduction*, Masson (1988).
- * **Rumer Y.B. & Ryvkin M.Sh.** *Thermodynamics, Statistical Physics and Kinetics*, Editorial Mir (1980).
- * **Shannon C.E. and Weaver W.** *The Mathematical Theory of Communication*, Univ. Illinois Press (1969).

TEORÍA: METODOLOGIA TRADICIONAL

- * **Aguilar Peris J.** *Curso de Termodinámica*, Editorial Alambra (1989).
- * **Bazarov I.** *Thermodynamique*, Mir (1983).
- * **Callen H.B.** *Termodinámica*, Editorial AC (1981).
- * **Goodstein D.L.** *States of Matter*, Dover Publications, Inc. (1985).
- * **Hill T.L.** *An Introduction to Statistical Thermodynamics*, Dover Publications, Inc. (1986).
- * **Hill T.L.** *Statistical Mechanics. Principles and Selected Applications*, Dover Publications, Inc. (1987).
- * **Hill T.L.** *Thermodynamics of Small Systems (Parts I and II)*, Dover Publications, Inc. (1994).
- * **Kondepudi D. & Prigogine I.** *Modern Thermodynamics*, John Wiley & Sons Ltd. (1998).
- * **Landau L.D. & Lifshitz E.M.** *Física Estadística*, Editorial Reverté (1969). Volumen V, Curso de Física Teórica.
- * **Mafé S. y Rubia J. de la.** *Manual de Física Estadística*, Universitat de València (1998).
- * **Reif F.** *Fundamentos de Física Estadística y Térmica*, Ediciones del Castillo S.A. (1967).
- * **Rubia J. de la y Brey J.** *Introducción a la Mecánica Estadística*, Ediciones del Castillo S.A. (1978).
- * **Schrödinger E.** *Statistical Thermodynamics* Dover Publications, Inc. (1989).
- * **Sears F.W. and Salinger G.L.** *Termodinámica, Teoría Cinética y Mecánica Estadística* (2ª Edición), Editorial Reverté (1980).
- * **Zemansky M.W. & Dittman R.H.** *Calor y Termodinámica* (6ª Edición), McGraw-Hill (1984).

PROBLEMAS

- * **Castillo Gimeno J.L. y García Ybarra P.L.** *Introducción a la Termodinámica Estadística mediante Problemas* (2ª Edición rev. y ampliada), UNED (2000).
- * **Chahine C. et Devaux P.** *Thermodynamique Statistique*, Dunod (1976).
- * **Dalvit D.A.R., Frastai J. and Lawrie I.D.** *Problems on Statistical Mechanics*, Institute of Physics Pub. Ltd. (1999).
- * **Fernández Tejero C. y Rodríguez Parrondo J.M.** *100 Problemas de Física Estadística*, Alianza Editorial (1996).
- * **P.T. Landsberg** (editor) *Problems in Thermodynamics and Statistical Mechanics*, Pion Limited (1971).
- * **Lim** (editor) **Y-K.** *Problems and Solutions on Thermodynamics and Statistical Mechanics*, World Scientific (1990).
- * **Kubo R.** *Statistical Mechanics*, North-Holland (1978).
- * **Pellicer J. y Manzanares J.A.** *100 Problemas de Termodinámica*, Alianza Editorial (1996).
- * **Pellicer García J. y Tejerina García F.** *Problemas de Termodinámica con soluciones programadas*, Universidad de Valladolid (1997).



4.h.1.- Bibliografía complementaria

- * **Aristóteles** *Metafísica*, Colección Austral (nº 399). Editorial Espasa-Calpe. Madrid (1972) ["Metafísica". Madrid: Espasa-Calpe, 2000 (18ª ed.). Introd. Miguel Candel; trad. Patricio de Azcarate].
- * **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).
- * **Einstein A.** *El significado de la Relatividad*. Editorial Espasa-Calpe. Madrid (1971) ["El significado de la relatividad". Madrid: Espasa-Calpe, 1984 (5ª ed. rev.). Trad. C.E. Prélat y A. Arenas Gómez].
- * **Einstein A. & Infeld L.** *La evolución de la Física*, Salvat. Barcelona (1993) ["La evolución de la física". Barcelona: Salvat, 1995].
- * **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 Mirabent D., Llebot Rabagliati J.E. y Pérez García C.** *Física para las ciencias de la vida*. McGraw-Hill. Madrid (2ª Ed. 2009).
- * **Kuhn T.S.** *La Estructura de las revoluciones científicas*, Breviarios (nº 213). Fondo de Cultura Económica. México (1975) ["La Estructura de las revoluciones científicas". México: Fondo de Cultura Económica, 1981 (1ª ed. en español, 7ª reimp.)].
- * **Laplace P.S. de.** *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*, Alianza Editorial (nº 1147). Madrid (1985).
- * **Laughlin R. B.** *Un universo diferente: La reinención de la física en la edad de la emergencia*. Buenos Aires: Katz Editores (2007).
- * **Lévy-Leblond J.M. et Butoli A.** *La Física en preguntas: Electricidad y magnetismo*, Alianza Editorial (nº 1179). Madrid (1986) ["La física en preguntas" Madrid: Alianza, 2003].
- * **Ortega y Gasset J.** *Ideas y Creencias*, Colección Austral (nº 151). Editorial Espasa Calpe. Madrid (1976).
- * **Poincaré H.** *La Ciencia y la Hipótesis*, Colección Austral (nº 379). Editorial Espasa Calpe. Madrid (1963). ["La Ciencia y la Hipótesis". Colección Austral (nº 530). Editorial Espasa Calpe: 2002 (2ª ed. rev.). Introd. J. de Lorenzo; trad. A.B. Besio y J. Hanfí].
- * **Popper K. R.** *La Lógica de la investigación científica*, Colección Estructura y Función (nº 8). Editorial Tecnos. Madrid (1973).
- * **Prigogine I. & Stengers I.** *Entre el tiempo y la eternidad*, Alianza Universidad (nº 643). Madrid (1990).
- * **Ruelle D.** *Azar y Caos*, Alianza Universidad (nº 752). Madrid (1993).
- * **Schneider E.D. & Sagan D.** *La termodinámica de la vida*, Colección Metatemas (nº 102). Tusquets. Barcelona (2008).
- * **Schrödinger E.** *¿Qué es la vida?*, Colección Metatemas (nº 1). Tusquets. Barcelona (6ª Edición. 2006). *Mente y materia*, Colección Metatemas (nº 2). Tusquets. Barcelona (6ª Edición. 2007).
- * **Wagensberg J.** *Proceso al Azar*, Colección Metatemas (nº 12). Tusquets. Barcelona (1996).
- * **Wagensberg J.** *Ideas sobre la complejidad del Mundo*, Colección Fábula (nº 205). Tusquets. Barcelona (2007).
- * **Wagensberg J.** *Las raíces triviales de lo fundamental*, Colección Metatemas (nº 112). Tusquets. Barcelona (2010).



4.i.1.- Recursos necesarios

Al ser una **asignatura teórica** que, inicialmente, no necesita de trabajo experimental en el laboratorio, se puede decir que los recursos necesarios para ella son los siguientes:

Clases teóricas (T).- Las imparte el Profesor (clases magistrales), usando los recursos habituales al efecto: **Pizarra, material informático** para presentaciones en Power-Point...

No obstante, como la Física es una Ciencia Experimental, el profesor podrá realizar diversas **“experiencias de cátedra”**, que resalten mejor los fenómenos físicos en estudio. Para ello utilizará material experimental propio de divulgación científica.

Clases prácticas de aula (A).- Se requieren los mismos recursos que en el caso anterior (Profesor/Alumnos).

Tutorías grupales (TG).- El profesor defiende que, en los casos necesarios que haya que realizar tutorías para aclarar y supervisar el aprovechamiento de la materia, estas tutorías sean grupales y participen todos los alumnos que lo consideren oportuno. Para ello **se reservará un Aula al efecto**, que requerirá los mismos recursos que antes (Profesor/Alumnos).

Estudio autónomo y Preparación de exámenes.- Estas tareas (no-presenciales) las debe realizar necesariamente el alumno, requiriendo para ello que tenga fácil acceso a: **libros** y otro tipo de **material bibliográfico** (revistas científicas, etc.), **computadoras con conexión a internet...**

Laboratorio.- Aunque ya se ha indicado que la asignatura es teórica, el profesor siempre utiliza los **“Laboratorios integrados de Física”** del Aulario, así como los laboratorios de investigación bajo su responsabilidad, para mejorar el conocimiento de los alumnos sobre los fenómenos en estudio.

4.j.1.- Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|--|---|
| Fundamentos de Física Estadística Bloque 1 (3 ECTS) | 1ª mitad del 2º Cuatrimestre (Empieza el 10/02/2020) |



4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 2: *“Fundamentos de Física Cuántica”*

Carga de trabajo en créditos ECTS: **3**

4.2.a.- Contextualización y justificación

Consiste en la segunda parte de la asignatura.

4.2.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.



4.2.c.- Contenidos

1. Cuantificación de la energía (2 horas)

Radiación electromagnética
Radiación del cuerpo negro
Explicación de Planck

2. Naturaleza corpuscular de la luz (2 horas)

Propiedades de las ondas
Emisión fotoeléctrica
Efecto Compton

3. Carácter ondulatorio de las partículas (3 horas)

Relaciones de de Broglie
Efectos de interferencia
Onda asociada a una partícula libre.
Función de onda y su interpretación. Paquete de ondas
Experimento de las dos rendijas de Young reexaminado
Relación de indeterminación de Heisenberg

4. Función de onda. Ecuación de Schrödinger (2 horas)

Onda de probabilidad
Ecuación de Schrödinger para una partícula libre

5. Partícula cuántica en una dimensión. Pozo rectangular. Oscilador armónico (4 horas)

Pozo rectangular de profundidad infinita
Pozo rectangular de profundidad finita
Oscilador armónico
Escalón de potencial
Barrera de potencial. Efecto túnel

6. Ecuación de Schrödinger en tres dimensiones (1 hora)

Partícula en un pozo cuadrado tridimensional

7. Átomos (4 horas)

Átomos con un electrón
Modelo de Bohr
Tratamiento cuántico de átomo de hidrógeno
Momento angular orbital
Orbitales del átomo de hidrógeno
Efecto Zeeman

8. El espín del electrón (2 horas)

Espín del electrón
Experimento de Stern y Gerlach

9. Partículas idénticas (3 horas)

Partículas idénticas
Dos partículas idénticas en un pozo cuadrado
Bosones y Fermiones
Principio de exclusión de Pauli

10. Estructura electrónica de los átomos (3 horas)

Átomos con más de un electrón
Orbitales y números cuánticos
Estructura fina del espectro

11. Física nuclear (4 horas)

Descubrimiento del núcleo
Fuerza nuclear
Tamaño y forma de los núcleos
Energía de enlace
Radiactividad. Ley de la desintegración y vida media
Tipos de desintegración: alfa, beta y gamma



4.2.d.- Métodos docentes

Explicación de la teoría en clase. Resolución de problemas. Los enunciados de los problemas se distribuyen a los alumnos con anterioridad y se motiva la presentación y discusión de las soluciones en clase por los propios alumnos, tutelados por el profesor

4.2.e.- Plan de trabajo

Las horas dedicadas a cada tema se especifican en el apartado **4.2.c.- Contenidos**.

Cada tema tiene el siguiente plan de trabajo y en este orden:

- Explicar en clase la teoría (60 % del tiempo de cada tema)
- Resolver y explicar en clase varios problemas del tema (40 % del tiempo)

4.2.f.- Evaluación

La evaluación consistirá en un examen final escrito de los dos bloques de la asignatura. También se tendrá en cuenta las presentaciones de los alumnos en las clases de problemas y sus respuestas a las cuestiones planteadas en clase con el profesor.

4.2.g.- Bibliografía básica

P. A. Tipler y G. Mosca “*Física para la Ciencia y la Tecnología*”. Volumen 3, Reverté (2010).

4.2.h.- Bibliografía complementaria

Marcelo Alonso y Edward J. Finn “*Física. Volumen 3: Fundamentos cuánticos y Estadísticos*”. Addison Wesley (1989)

4.2.i.- Recursos necesarios

Un **aula** donde dar las clases y resolver problemas.

Un **seminario** donde dar las tutorías.

Una **sala de estudio** donde los alumnos puedan resolver problemas individualmente o en grupo.

Una **biblioteca** donde los alumnos puedan consultar libros.

La **plataforma Moodle** para diversas actividades.

Una parte importante de la información de este **Proyecto Docente** se encuentra también en el Campus Virtual de la asignatura, basado en la plataforma Moodle. El programa de la asignatura se entregará en papel a cada alumno el primer día de clase



4.2.j.- Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|---|---|
| Fundamentos de Física Cuántica Bloque 2 (3 ECTS) | 2ª mitad del 2º Cuatrimestre (Termina el 29/05/2020) |

4.j.- Temporalización (por bloques temáticos)

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|--|---|
| Fundamentos de Física Estadística Bloque 1 (3 ECTS) | 1ª mitad del 2º Cuatrimestre (Empieza el 10/02/2020) |
| Fundamentos de Física Cuántica Bloque 2 (3 ECTS) | 2ª mitad del 2º Cuatrimestre (Termina el 29/05/2020) |



5. Métodos docentes y principios metodológicos

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

7. Sistema y características de la evaluación

Véanse los Apartados 4.1 y 4.2, anteriores, donde se ha procedido a detallar **detenidamente** todo ello, *para cada uno de los dos bloques temáticos de la asignatura.*

En particular, consulte:

Métodos docentes.- Apartados 4.1.d y 4.2.d.

Plan de Trabajo.- Apartados 4.1.e y 4.2.e.

Evaluación.- Apartados 4.1.f y 4.2.f

De forma unificada y resumida, la evaluación de la asignatura consistirá en un **examen final escrito de problemas y cuestiones** de los dos bloques de la asignatura. También se tendrá en cuenta las presentaciones de los alumnos en las clases de problemas y sus respuestas a las cuestiones planteadas en clase con el profesor.

Tabla Resumen

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES |
|--|-----------------------|--|
| Examen final escrito – Convocatorias – Ordinaria y Extraordinaria | Muy alto | Examen de cuatro horas de todos los temas de la asignatura. Se basará en la resolución de problemas y cuestiones cortas |
| Problemas resueltos por los alumnos durante las clases. | Variable | Servirá para mejorar la nota del examen final |
| Preguntas y cuestiones planteadas por el profesor en las clases y resueltas por los alumnos. | Variable | Servirá para mejorar la nota del examen final |

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - El alumno **deberá demostrar su conocimiento de la materia** al resolver cuestiones y problemas.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - El alumno **deberá demostrar su conocimiento de la materia** al resolver cuestiones y problemas.



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.

Finalmente, si por cualquier razón justificada (enfermedad del profesor, necesidades sobrevenidas, etc.), hubiese que suspender alguna de las clases previstas, se establece como **regla de labor para el Profesor Cobos** (que se procurará mantener **inalterable**) que: “La hora perdida se recuperará durante la siguiente semana lectiva, a las 8:00 horas del mismo día de la semana, siempre que esto sea posible”.