



## Proyecto/Guía docente de la asignatura

Asignatura	<b>"FÍSICA ESTADÍSTICA"</b>		
Materia	<b>"TERMOLOGÍA"</b>		
Módulo			
Titulación	<b>FÍSICA / (P.E.C.) FÍSICA y MATEMÁTICAS</b>		
Plan	<b>469/563</b>	Código	<b>45763</b>
Periodo de impartición	<b>2º Cuatrimestre</b>	Tipo/Carácter	<b>Obligatoria</b>
Nivel/Ciclo	<b>Grado</b>	Curso	<b>3º/4º</b>
Créditos ECTS	<b>6</b>		
Lengua en que se imparte	<b>Castellano</b>		
Profesores responsables	Prof. Dr. D. José Carlos Cobos Hernández D <sup>a</sup> . Ana Cobos Huerga		
Datos de contacto: Centro Nombre. Despacho, E-mail Teléfono...	UVa. Facultad de Ciencias. Bloque central (B. Física). 3 <sup>er</sup> piso. José Carlos. Despacho B326. <a href="mailto:josecarlos.cobos@uva.es">josecarlos.cobos@uva.es</a> 98342-3137 Ana. Despacho B311. <a href="mailto:ach@termo.uva.es">ach@termo.uva.es</a> 98342-3132		
Departamento	Física Aplicada		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

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), es una de las partes más importantes que deben conocer en profundidad los estudiantes de Física.

Como se indica en la *Memoria de verificación del Grado en Física* (págs. 66 y 67), sus objetivos (los “*resultados del aprendizaje*”) consisten en que, tras cursarla, los alumnos consigan:

- Saber describir el estado termodinámico de un sistema físico.
- Saber aplicar los Principios de la Termodinámica al estudio de las propiedades macroscópicas.
- Comprender la relación entre el formalismo termodinámico y los experimentos.
- Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de estados de equilibrio.
- Comprender el sentido de las magnitudes termodinámicas y su origen estadístico.

Esta **materia** se subdivide en **dos asignaturas**: “*Termodinámica*” y “*Física Estadística*”, ambas de carácter obligatorio, situadas en 2º y 3º curso del Grado en Física. Está relacionada, además, con la **materia** de “*Fundamentos de Física*” (conjunto de asignaturas de iniciación a la física del 1º curso), dentro de la cual está la asignatura “*Fundamentos de Física Cuántica y Estadística*”.

La **asignatura** “*Física Estadística*” se ocupa de conectar la descripción microscópica de la realidad que proporcionan otras materias de la Física, como la Mecánica, la Elasticidad, el Electromagnetismo, etc., con la descripción macroscópica del mundo que proporciona la otra asignatura complementaria que la acompaña, la “*Termodinámica*”, utilizando para ello las herramientas (matemáticas) estadísticas adecuadas.

Para poder hacerlo con garantía de aprovechamiento por parte de los alumnos que la cursan, la asignatura “*Física Estadística*” se ubica en el **2º cuatrimestre del 3º curso del Grado en Física**, toda vez que es necesario que, anteriormente, hayan adquirido los conocimientos matemáticos necesarios para su formulación; y, por supuesto, que conozcan y dominen los contenidos básicos de la teoría cinética de gases (impartidos en la asignatura de 1º curso), y el comportamiento macroscópico de la realidad que se estudia en la “*Termodinámica*” del 2º curso.



---

## 1.2 Relación con otras materias

---

Como ya se ha mencionado, la **“Física Estadística”** se ocupa de conectar la descripción microscópica de los sistemas físicos que proporcionan otras **materias de la Física**: *“Fundamentos de Física”*, *“Estructura de la materia”*, *“Mecánica clásica”*, *“Física Cuántica”*, *“Electromagnetismo”*, etc., con la descripción macroscópica del universo que proporciona previamente su asignatura compañera, la *“Termodinámica”*, utilizando para ello los conocimientos adquiridos en la parte de *“Estadística”* que se imparte en la **materia de “Matemáticas”**.

---

## 1.3 Prerrequisitos

---

Como se infiere de lo indicado en los **apartados 1.1 y 1.2**, se espera que el alumno haya cursado y superado la asignatura de 1<sup>er</sup> curso: *“Fundamentos de Física Cuántica y Estadística”* así como la de 2<sup>o</sup> curso *“Termodinámica”*.

También necesita conocimientos básicos de *“Mecánica Clásica”* y *“Física Cuántica”*.

Finalmente, debe poder utilizar con destreza las herramientas aprendidas en la materia *“Matemáticas”* (asignaturas: *“Métodos matemáticos de la Física I, II, III y IV”* impartidas en 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> curso del Grado), si bien la memoria verifica del Título no establece asignaturas llave en los requisitos de matrícula. En todo caso esta necesidad previa debería ser tenida en cuenta por el alumno en pro de superar la asignatura *“Física Estadística”* de forma adecuada.



## 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. 22.*

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados 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.





## 4. Contenidos y/o bloques temáticos

### Bloque 1: "Física Estadística"

Carga de trabajo en créditos ECTS: 

6
---

#### 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.

##### PARTE III: DESCRIPCIONES MACROSCÓPICA (TERMODINÁMICA) Y MICROSCÓPICA (MECÁNICA) DE LA FÍSICA

##### Tema 5.- La descripción Macroscópica de la realidad física (Termodinámica)

Revisión de los conceptos y leyes de la Termodinámica del Equilibrio mediante un formalismo deductivo (M.T.E.).- El concepto de equilibrio.- **Variables extensivas e intensivas. Variables internas y externas.**- Los principios termodinámicos.- Las condiciones de equilibrio y estabilidad.- Relaciones termodinámicas para sistemas abiertos: El potencial químico y la actividad absoluta.- Sistemas generales.- **Transformadas de Legendre en la representación entrópica.**

##### Tema 6.- La descripción Microscópica de la realidad física (Mecánica)

La descripción microscópica. El problema de los  $N$ -cuerpos.- Caos y teoría de la complejidad.

##### Tema 7.- Conexión entre las descripciones Macroscópica y Microscópica de los sistemas físicos

Naturaleza y objetivos de la Física Estadística.- Breve reseña histórica de su evolución.- Diferentes formulaciones de la misma.



#### 4.c.1.- Contenidos (continuación)

##### PARTE IV: LOS CONJUNTOS DE GIBBS EN LA FÍSICA ESTADÍSTICA DEL EQUILIBRIO

##### **Tema 8.- Los Conjuntos o colectividades de GIBBS. Conjuntos Microcanónico y Canónico**

Conjuntos de Gibbs. Su origen y utilidad en la descripción de los sistemas físicos.- **Conjunto microcanónico**: Entropía.- **Conjunto canónico**: Función de Massieu.- Estudio de las fluctuaciones en la energía.

##### **Tema 9.- Conjunto Granmicrocanónico y Grancanónico**

Conjunto **granmicrocanónico**. Aplicaciones: Estudio estadístico del lanzamiento de monedas de (dos) caras.- Conjunto **grancanónico o macrocanónico**. La **función de Kramers – Landau** generalizada (potencial grancanónico entrópico) y su uso en sistemas abiertos que no intercambian trabajo y que se encuentran en equilibrio térmico con su entorno.- Estudio de las fluctuaciones en el número de partículas.

##### PARTE V: APLICACIONES SENCILLAS Y ESTUDIO DE LOS GASES IDEALES

##### **Tema 10.- 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.

##### PARTE VI: OTROS CONJUNTOS DE GIBBS Y APLICACIONES (TEMAS DE POSIBLE AMPLIACIÓN)

##### **Tema 11.- Adsorción**

El modelo de Langmuir de adsorción localizada. Cálculo de las magnitudes físicas involucradas en el problema usando distintos Conjuntos de Gibbs (microcanónico, canónico y grancanónico).- Análisis del proceso experimental de hacer vacío.- Otros modelos de Langmuir generalizados y su aplicación al estudio de la respiración humana.- Modelos de adsorción no localizada.

##### **Tema 12.- Conjunto Isotermo–Isobárico (isotermo–isotenso, isotermo–isocampo...)**

**Conjunto isotermo–isobárico**. La **función de Planck** y su uso en sistemas cerrados que se encuentran en equilibrio térmico y mecánico con su entorno.- Estudio de las fluctuaciones en el volumen y en la entalpía.- Conjuntos de Gibbs generalizados.

##### **Tema 13.- Propiedades elásticas del caucho**

Termodinámica de sistemas elásticos. Estudio comparativo de las propiedades elásticas de metales, polímeros, líquidos y gases.- El caucho como ejemplo de sustancia elástica. La Ley de Hooke como ley macroscópica puramente entrópica.- Cálculo de las magnitudes macroscópicas del caucho utilizando distintos Conjuntos de Gibbs (microcanónico, canónico e isotermo–isotenso) como arquetipo del método de trabajo de la Física Estadística.- Otros modelos de sustancias elásticas. La lana y otros polímeros de interés biológico.

##### **Tema 14.- El gas de electrones y el gas de fotones**

El límite del continuo de los estados de traslación de una partícula: Estudio de la densidad de estados cuánticos de traslación en tres, dos y una dimensión.- El gas de electrones de conducción en tres dimensiones. La energía o nivel de Fermi.- Cálculo del calor específico electrónico.- El gas de fotones. Estudio de la radiación del cuerpo negro. Ley de Planck.- Propiedades termodinámicas de la radiación.



#### 4.g.1.- Bibliografía básica

##### TEORÍA: METODOLOGIA MAXENT

- \* **Bacry H.** *Introduction aux concepts de la Physique Statistique*, Ellipses (1991).
- \* **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).
- \* **Chandler D.** *Introduction to Modern Statistical Mechanics*, Oxford Univ. Press (1987).
- \* **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. & Rykin 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: METODOLOGÍA 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).
- \* **Greiner W., Neise L. & Stöcker H.** *Thermodynamics and Statistical Mechanics*, Springer-Verlag (1995).
- \* **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).
- \* **Huang K.** *Statistical Mechanics* (2ª Edición), John Wiley & Sons, Inc. (1987).
- \* **Kondepudi D. & Prigogine I.** *Modern Thermodynamics*, John Wiley & Sons Ltd. (1998).
- \* **Kubo R., Toda M. & Hashitsume N.** *Statistical Physics II. Nonequilibrium Statistical Mechanics* (2ª Edición), Springer-Verlag (1991).
- \* **Landau L.D. & Lifshitz E.M.** *Física Estadística*, Editorial Reverté (1969). Volumen V, Curso de Física Teórica.
- \* **Ma S.K.** *Statistical Mechanics*, World Scientific Pub. (1985).
- \* **Mafé S. y Rubia J. de la.** *Manual de Física Estadística*, Universitat de València (1998).
- \* **Münster A.** *Statistical Thermodynamics*, Springer-Verlag, Vol. I (1969), Vol. II (1974).
- \* **Pathria R.K.** *Statistical Mechanics*, Pergamon Press (1972).
- \* **Reichl L.E.** *A Modern Course in Statistical Physics* (2ª Edición), John Wiley & Sons, Inc. (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).
- \* **Toda M., Kubo R. & Saitô N.** *Statistical Physics I. Equilibrium Statistical Mechanics* (2ª Edición), Springer-Verlag (1992).
- \* **Tolman R.C.** *The Principles of Statistical Mechanics*, Dover Publications, Inc. (1980).
- \* **Zemansky M.W. & Dittman R.H.** *Calor y Termodinámica* (6ª Edición), McGraw-Hill (1984).



#### 4.g.1.- Bibliografía básica (continuación)

##### 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., Llebort 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. Hanfi].
- \* **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
<b>Física Estadística (6 ECTS)</b>	<b>10/02/2020 – – 29/05/2020 (Actividad lectiva 2º Cuatrimestre)</b>



## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

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.



## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

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



## 7. Sistema y características de la evaluación

*Combinación ponderada* de evaluación continua con exámenes finales globales.

### Evaluación continua

- Durará todo el cuatrimestre.
- El alumno podrá resolver los ejercicios que se propongan.
- Podrá haber exámenes parciales no eliminatorios.

### Examen final global

- **Obligatorio realizar un examen final escrito de problemas y cuestiones.**
- Consistirá (normalmente) en dos problemas y dos o más cuestiones.
- Cada parte valdrá, aproximadamente, la mitad de la nota [5/10 puntos].

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
<b>Examen final global</b>	<b>Muy alto</b>	<b>Consistirá en un examen final escrito de cuestiones y problemas</b>
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
Exámenes parciales NO eliminatorios	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.
  - En el examen final escrito, la nota del examen será la suma de la nota obtenida en la **[parte de cuestiones]** + la nota obtenida en la **[parte de problemas]** (aproximadamente 50% en cada caso).
  - **Será necesario obtener una nota mínima (2/10) en cada parte para que se proceda a obtener la nota final global.** En caso de que no sea así, la calificación será el valor numérico (sobre 10) de la menor de ellas.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - El alumno **deberá demostrar su conocimiento de la materia** al resolver cuestiones y problemas.
  - En el examen final escrito, la nota del examen será la suma de la nota obtenida en la **[parte de cuestiones]** + la nota obtenida en la **[parte de problemas]** (aproximadamente 50% en cada caso).
  - **Será necesario obtener una nota mínima (2/10) en cada parte para que se proceda a obtener la nota final global.** En caso de que no sea así, la calificación será el valor numérico (sobre 10) de la menor de ellas.



## 8. Consideraciones finales

Se le recomienda encarecidamente que **NO SE MATRICULE** en esta asignatura, **a no ser que cumpla** estos **prerrequisitos** evidentes:

- Tener **aprobadas las tres asignaturas de la materia: “Fundamentos de Física”** del 1<sup>er</sup> curso del Grado en Física (especialmente la denominada: “*Fundamentos cuánticos y estadísticos*”), así como la **asignatura “Termodinámica”** del 2<sup>o</sup> curso.
- Haber cursado (**con aprovechamiento**) las asignaturas: “**Mecánica y Ondas**” de 2<sup>o</sup> curso del Grado en Física y “**Mecánica Teórica**” y “**Física Cuántica**” del 3<sup>er</sup> curso, junto con los las cuatro asignaturas de “**Métodos matemáticos de la Física I, II, III y IV**” (impartidas en 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> curso).

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 el profesor responsable 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** (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*”.