

5. PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS

LICENCIATURA EN FÍSICA

CURSO 2010/2011

102817 300 CÁLCULO I

Curso: 1º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Troncal

Créditos: 7,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

CO6

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

301,308,309,310

Conocimientos previos recomendados: Elementos de Física y Matemáticas (C06)

PROGRAMA:

1. El número real.

Números naturales, enteros y racionales.
El conjunto $\mathbb{R}$.

2. Sucesiones y series de números reales.

Límites de sucesiones.
Series. Criterios de convergencia.

3. Funciones de variable real.

Límites.
Continuidad.

4. Derivación en $\mathbb{R}$.

Definición y cálculo.
Teoremas sobre funciones derivables.
Representación de funciones.
Polinomios de Taylor.
Series de potencias.
Cálculo de límites indeterminados.

5. Integración en $\mathbb{R}$.

Integral de Riemann.
Teoremas fundamentales del Cálculo.
Cálculo de primitivas.
Integrales impropias.

6. Introducción a la variable compleja.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. Spivak, M. Cálculo Infinitesimal, 2ª ed., Reverté 1996.
2. Stein, S.K. Cálculo y Geometría Analítica, 3ª ed., McGraw-Hill, 1984.
3. Lang, S. Cálculo, Fondo Educativo Interamericano, 1976.

EVALUACIÓN:

Examen escrito con ejercicios relativos al temario.

102818 301 CÁLCULO II**Curso:** 1º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 7,5**PROGRAMA:**

- Bloque 1:** Cálculo diferencial
- 1.1 Funciones con valores reales: gráficas y curvas de nivel
 - 1.2 Límites y continuidad
 - 1.3 Derivadas parciales y diferenciabilidad
- Bloque 2:** Funciones con valores vectoriales
- 2.1 Trayectorias, velocidad, aceleración
 - 2.2 Longitud de arco
 - 2.3 Campos vectoriales. Divergencia y rotacional
 - 2.4 Cálculo diferencial vectorial
- Bloque 3:** Máximos y mínimos
- 3.1 Derivadas de orden superior. Teorema de Taylor
 - 3.2 Extremo de funciones con valores reales
 - 3.3 Extremos restringidos: multiplicadores de Lagrange
- Bloque 4:** Integrales dobles
- 4.1 Integral doble sobre un rectángulo
 - 4.2 Integral doble sobre recintos más generales
- Bloque 5:** Integrales triples y cambio de variables
- 5.1 Integrales triples
 - 5.2 Funciones de $\mathbb{R}^2$ a $\mathbb{R}^2$
 - 5.3 Cambio de variables
- Bloque 6:** Integración sobre curvas y superficies
- 6.1 Integral de una función (escalar o vectorial) sobre una curva
 - 6.2 Superficies parametrizadas. Área de una superficie
 - 6.3 Integral de una función (escalar o vectorial) sobre una superficie
- Bloque 7:** Teoremas del cálculo vectorial
- 7.1 Teorema de Green
 - 7.2 Teorema de Gauss en el plano
 - 7.3 Teorema de Stokes
 - 7.4 Campos conservativos
 - 7.5 Teorema de Gauss

TEXTOS RECOMENDADOS:

J. Marsden and A. Tromba: *Cálculo vectorial*. Addison-Wesley, 1991.

R. Larson, R. Hostetler and B. Edwards: *Cálculo*. Vol. 2. McGraw-Hill, 1995.

102919**302 ÁLGEBRA LINEAL****Curso:** 1º
Créditos: 7,5**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Troncal

Breve descriptor: Grupos. Álgebra lineal. Espacios y aplicaciones lineales. Matrices, determinantes, valores y vectores propios. Geometría lineal. Tensores.

Requisitos: Álgebra básica: números enteros (divisibilidad), racionales y reales; teoría elemental de conjuntos; operaciones con números complejos; polinomios: divisibilidad; resolución de sistemas de ecuaciones lineales; nociones elementales sobre matrices y determinantes.

Objetivos: Introducir al estudiante en los conceptos del álgebra lineal y sus aplicaciones en Física.

Contenidos temáticos:**1. PRELIMINARES**

Grupos, anillos y cuerpos. Números complejos. Matrices. Operaciones elementales con matrices.

2. ESPACIOS VECTORIALES

Definiciones. Combinaciones lineales. Subespacios. Dependencia e independencia lineal. Bases. Dimensión. Operaciones con subespacios y sus propiedades.

3. APLICACIONES LINEALES, MATRICES Y DETERMINANTES

Definiciones. Núcleo e imagen de una aplicación lineal. Matriz de una aplicación lineal. Cambio de base. Determinantes.

4. VALORES Y VECTORES PROPIOS

Valores y vectores propios. Polinomio característico. Subespacios propios. Multiplicidad algebraica y geométrica. Diagonalización. Teorema de Hamilton-Cayley. Polinomio mínimo. Forma canónica de Jordan.

5. FORMAS BILINEALES Y CUADRÁTICAS

Definiciones. Método de Gram-Schmidt. Clasificación de formas cuadráticas reales.

6. PRODUCTO ESCALAR

Definiciones. Norma. Distancia. Ortogonalidad. Bases ortonormales. Teorema de la proyección ortogonal. Proyectores ortogonales.

7. APLICACIONES LINEALES ENTRE ESPACIOS CON PRODUCTO ESCALAR

Operadores normales, unitarios y autoadjuntos. Operadores simétricos y ortogonales. Descomposición espectral.

8. ESPACIOS TENSORIALES. TENSORES

Definiciones. Aplicaciones multilineales. Caso de dimensión finita: isomorfismos correspondientes. Cambios de bases.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

J. Rojo, Álgebra Lineal, McGraw-Hill, Madrid (2001).

R. Larson, B.H. Edwards, D.C. Falvo, Álgebra Lineal. Pirámide, Madrid (2004)

J. de Burgos, Álgebra lineal, McGraw-Hill, Madrid (1997).

J. Arvesú, F. Marcellán, J. Sánchez, Problemas Resueltos de Álgebra Lineal, Thompson, Madrid, 2005

J. Rojo, I. Martín, Ejercicios y Problemas de Álgebra Lineal, Schaum McGraw-Hill, Madrid (2005).

EVALUACIÓN:

Prueba escrita.

102820 303 FUNDAMENTOS DE FÍSICA I: DINÁMICA Y CALOR**Curso:** 1º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Obligatoria**Créditos:** 7,5**PROGRAMA:**

1. **Magnitudes físicas y sus unidades.** Dimensiones. Sistemas de unidades.
2. **Cinemática.** Velocidad y aceleración. Componentes intrínsecos de la velocidad y la aceleración. Movimientos rectilíneo y circular.
3. **Las leyes de Newton.** Inercia y primera ley. Fuerza, masa y segunda ley. Masa y peso. Tercera ley y momento lineal. Dinámica de una partícula en varias dimensiones. Momento angular y momento de fuerza. Ecuación del momento angular. Aplicaciones de las leyes de Newton.
4. **Trabajo y energía.** Trabajo. Energías cinética y potencial. Fuerzas conservativas y conservación de la energía total de una partícula. Fuerzas disipativas. El rozamiento.
5. **Gravedad y movimiento planetario.** Leyes de Kepler. Teoría de la gravitación de Newton. Segunda ley de Kepler y ley de las áreas. Tercera ley de Kepler en forma de Newton. Órbitas de los planetas. Campo gravitatorio. Teorema de Gauss. Principio de equivalencia.
6. **Oscilaciones.** Cinemática del oscilador armónico. Fuerza y Energía. Solución de la ecuación del movimiento. El péndulo simple. Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones forzadas: resonancia. Composición de movimientos armónicos.
7. **Sistemas de partículas.** Centro de masas y momento lineal total. Teoremas sobre la energía, el momento lineal y el momento angular. Colisiones y desintegraciones.
8. **El sólido en rotación.** El sólido rígido. Momento de inercia. Ecuaciones de la rotación de un sólido en torno a un eje.
9. **Teoría de la relatividad.** Principios de relatividad de Galileo y de Einstein. Experimento de Michelson-Morley. Las transformaciones de Galileo y de Lorentz. Dinámica relativista. Masa y energía.
10. **Calor y temperatura.** La temperatura y sus escalas. Gases ideales. Calor, trabajo y energía interna. Primer principio de la termodinámica. Segundo principio: entropía. Procesos termodinámicos.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- M. Alonso y E. J. Finn, *Física* (Addison-Wesley Iberoamericana)
- S.M. Lea y J.R. Burke, *La Naturaleza de las cosas*, (Paraninfo, 2001)
- Sears, Zemansky, Young y Freedman, *Física universitaria* (11ª ed., Pearson Educación, Madrid, 2004)
- R. A. Serway, *Física* (4ª ed., McGraw-Hill, Madrid, 2001)
- P. A. Tipler y G. Mosca, *Física*, (5ª ed., Reverté, Barcelona, 2005)
- J.I. Mengual, M.P. Rodino, y M. Khayet, *Cuestiones y problemas de fundamentos de Física* (Ariel, Barcelona, 2004)

Otros libros:

- A. Fernández Rañada, *Física Básica* (Alianza, Madrid, 2004)
- C. Sánchez del Río, *Los principios de la física en su evolución histórica* (Ed. Instituto de España, Madrid, 2004)

102821 304 FUNDAMENTOS DE FÍSICA II: CAMPOS Y ONDAS**Curso:** 1º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Obligatoria**Créditos:** 7,5**PROGRAMA:****1. Campo eléctrico**

Carga eléctrica. Conductores y aislantes. Ley de Coulomb. Concepto de campo eléctrico. Principio de superposición. Líneas de campo. Dipolo eléctrico: momento dipolar. Ley de Gauss y sus aplicaciones. Campos y cargas en materiales conductores. Energía potencial y potencial eléctrico. Superficies equipotenciales. Gradiente de potencial. Cálculo de potenciales en conductores cargados. Condensadores. Concepto de capacidad. Agrupación de condensadores. Energía en un condensador. Dieléctricos: polarización eléctrica $\mathbf{P}$. Modelos moleculares de dieléctricos. Corriente eléctrica: intensidad. Resistencia eléctrica: ley de Ohm. Fuerza electromotriz. Energía y potencia disipadas en un circuito.

2. Campo magnético

Magnetismo. Campo magnético: fuerza de Lorentz. Líneas de campo y flujo magnético. Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos. Fuerza sobre una corriente. Campo magnético creado por una corriente. Campo magnético creado por una espira circular: dipolo magnético y momento dipolar. Ley de Ampère: aplicaciones. Efecto Hall. La imanación de la materia: materiales magnéticos. Imanación magnética $\mathbf{M}$.

3. Campos electromagnéticos

Inducción electromagnética: ley de Faraday. Fuerza electromotriz inducida por movimiento. Campo eléctrico inducido. Autoinducción. Inductancia mutua. Energía del campo magnético. Fuerza electromotriz alterna. Transformadores. El circuito LRC. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell.

4. Ondas: generalidades

Tipos de ondas. Ondas mecánicas. Ondas periódicas y pulsos. Velocidad de propagación. Energía e intensidad de una onda. Condiciones de frontera en una cuerda: reflexión y transmisión. Ondas estacionarias. Modos normales. Interferencias de ondas. Pulsaciones. Una onda de especial interés: el sonido. Efecto Doppler.

5. Ondas electromagnéticas

Ecuación de ondas para campos electromagnéticos. Ondas planas. Ondas armónicas. Espectro electromagnético. Energía y momento de una onda electromagnética. Radiación de ondas electromagnéticas. Ondas electromagnéticas en medios materiales. Dispersión. Índice de refracción. Reflexión y refracción. Polarización. La óptica geométrica como límite: rayos y frentes de onda. Principio de Fermat. Interferencias de ondas: concepto de coherencia. Concepto de difracción. Difracción de Fraunhofer por una rendija. Red de difracción. Poder de resolución.

6. Física cuántica

Hipótesis de Planck sobre emisión y absorción de luz. Efecto fotoeléctrico. Fotones. Efecto Compton. Espectros de líneas y niveles de energía discretos. Modelo atómico de Bohr. Ondas asociadas a partículas: longitud de onda de De Broglie. Dualidad onda-partícula: difracción. Principio de indeterminación de Heisenberg. El núcleo atómico. Radiactividad natural. Estabilidad de los núcleos. Fisión y fusión nuclear.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- M. Alonso y E. J. Finn, *Física* (Addison-Wesley Iberoamericana)
- S.M. Lea y J.R. Burke, *La Naturaleza de las cosas*, (Paraninfo, 2001)
- Sears, Zemansky, Young y Freedman, *Física universitaria* (11ªed ,Pearson Educación, Madrid, 2004)
- R. A. Serway, *Física* (4ª ed., McGraw-Hill, Madrid, 2001)
- P. A. Tipler y G. Mosca, *Física*, (5ª ed., Reverté, Barcelona, 2005)
- J.I. Mengual, M.P. Rodino, y M. Khayet, *Cuestiones y problemas de fundamentos de Física* (Ariel, Barcelona, 2004)

Otros libros: A. Fernández Rañada, *Física Básica* (Alianza, Madrid, 2004) y C. Sánchez del Río, *Los principios de la física en su evolución histórica* (Ed. Instituto de España, Madrid, 2004)

102822 305 QUÍMICA**Curso:** 1º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Obligatoria**Créditos:** 7,5**PROGRAMA:**

- 1 Propiedades de la materia.** Objetivo y estudio de la química. La química como ciencia experimental cuantitativa. Materia y su clasificación. Elementos y compuestos. Transformaciones físicas y químicas. Masas atómicas. Leyes fundamentales de la química. Conceptos de mol y volumen molar. Constante de Avogadro. Nomenclatura y formulación de los compuestos químicos. Determinación de fórmulas químicas.
- 2 Las reacciones químicas.** Reacciones químicas y ecuación química. Estequiometría. Reacciones químicas en disolución. Cálculo de concentraciones. Determinación del reactivo limitante. Los gases en las reacciones químicas. Reacciones de precipitación. Reacciones ácido-base. Procesos de oxidación-reducción. Ajuste de las ecuaciones de oxidación-reducción. Estequiometría de las reacciones en disolución acuosa y valoraciones.
- 3 Estructura atómica.** Mecánica cuántica: ecuación de Schrödinger. El átomo de hidrógeno. Números cuánticos y orbitales atómicos. Átomos polieletrónicos. Configuración electrónica. La tabla periódica. Propiedades periódicas.
- 4 Enlace químico.** Tipos de enlace. Enlace iónico. Energía reticular. Ciclo de Born-Haber. Propiedades de los sólidos iónicos. Estructuras cristalinas. Enlace covalente. Polaridad de los enlaces. Electronegatividad. Hibridación. Resonancia. Enlace metálico. Líquidos, sólidos y fuerzas intermoleculares.
- 5 Cinética química.** Velocidad de reacción: factores que modifican la velocidad de reacción. Órdenes de reacción y molecularidad. Ecuaciones integradas de velocidad. Ecuación de Arrhenius. Mecanismos de reacción.
- 6 Fundamentos del equilibrio químico.** Principios del equilibrio químico. Modificación de las condiciones de equilibrio: principio de Le Châtelier. Relación entre energía Gibbs y constante de equilibrio. Variación de la constante de equilibrio con la temperatura: ecuación de Vant'Hoff.
- 7 Equilibrio químico en disolución.** Concepto de ácidos y bases. Fuerza de ácidos y bases. Escala de pH. Hidrólisis. Disoluciones reguladoras. Indicadores ácido-base. Valoraciones. Solubilidad y precipitación. Producto de solubilidad. Efecto del ion común y efecto salino. Precipitación fraccionada. Disolución de precipitados y formación de iones complejos.
- 8 Electroquímica.** Células electroquímicas. Potenciales de electrodo y su medida. Ecuación de Nernst. Relación entre el potencial de célula y la constante de equilibrio. Baterías. Células de combustible. Corrosión. Electrólisis.
- 9 Química orgánica.** Introducción a los compuestos orgánicos y sus estructuras. Alcanos, alquenos y alquinos. Hidrocarburos aromáticos. Tipos de reacciones en química orgánica: sustitución, adición y eliminación. Halogenuros de alquilo. Alcoholes, fenoles y éteres. Aldehídos y cetonas. Ácidos carboxílicos, ésteres, amidas y aminas.
- 10 Macromoléculas.** Polímeros y biomoléculas. Síntesis de polímeros: polimerización radical y por condensación. Ácidos nucleicos. Proteínas. Hidratos de carbono. Lípidos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. R.H. Petrucci, W.S. Harwood y F.G. Herring, Química General (8ª edición). Prentice Hall. Madrid, 2002
2. R. Chang, Química (8ª edición). McGraw-Hill Interamericana de México, México, 2007
3. M.D. Reboiras. Química, la ciencia básica. Thomson-Paraninfo. Madrid, 2006
4. R. Chang. Principios esenciales de Química General (4ª edición). McGraw-Hill Interamericana de España. Madrid, 2006
5. W.L. Masterton, C.N. Hurley. Química, principios y reacciones (4ª edición). Thomson-Paraninfo. Madrid, 2003.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Calificación de los exámenes.

102823 306 LABORATORIO DE FÍSICA

Curso: 1º

Cuatrimestre: anual

Carácter: Obligatoria

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. MECÁNICA Y TERMOLOGÍA
 - Péndulo simple. Medida de “g”
 - Péndulo de torsión
 - Medida de la densidad de un sólido
 - Determinación de la densidad de líquidos
 - Medida de la tensión superficial de un líquido
 - Determinación del equivalente mecánico del calor
2. ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
 - Medida de resistencias eléctricas
 - Curva característica de una lámpara
 - Medida de resistividades de materiales metálicos
 - Manejo del osciloscopio
 - Estudio de un circuito RC
 - Campos magnéticos creados por conductores
3. ÓPTICA
 - Potencia de lentes
 - Determinación de índices de refracción
4. ESTRUCTURA DE LA MATERIA
 - Determinación de la constante de Planck
 - Medida de la relación carga/masa del electrón

TEXTOS RECOMENDADOS :

- Análisis de errores. C. Sánchez del Río. Ed. Eudema Universidad.
- Experimental Methods. An introduction to the analysis of Data. L. Kirkup. Ed .J. Wiley & Sons
- Practical Physics, G.L. Squires. Ed. Cambridge University Press.

EVALUACIÓN :

Haber realizado las prácticas y superar examen escrito teórico y práctico.

102824 307 ESTADÍSTICA

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Obligatoria

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

- Variables estadísticas Distribución de frecuencias. Representaciones gráficas.
- Medidas de centralización. Medidas de dispersión. Asimetría y curtosis.
- Variables estadísticas bidimensionales.

DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

- Leyes de probabilidad
- Variables aleatorias
- Distribuciones discretas de probabilidad.
- Distribuciones continuas de probabilidad.

INFERENCIA ESTADISTICA

- Teoría elemental de muestreo.
- Estimación de parámetros. Estimación puntual y por intervalos.

CONTRASTE DE HIPOTESIS

- Tipos de hipótesis. Nivel de significación
- Contrastes clásicos
- Aplicaciones de la χ^2 de Pearson.

REGRESION LINEAL

- Regresión lineal simple. Correlación.
- Inferencia estadística sobre la regresión lineal simple.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Curso y ejercicios de estadística, Quesada, Isidoro & López, Alhambra 1988.
- Probabilidad y Estadística, Walpole & Myers, McGraw-Hill 1992
- Probabilidad y Estadística, Spiegel, McGraw-Hill 1991.
- Métodos Estadísticos, Viedma, Ediciones del Castillo 1990.

EVALUACION:

En el examen se le plantearán al alumno problemas de aplicación de los conocimientos adquiridos en teoría y prácticas

102825 308 INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN

Curso: 1º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Obligatoria

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Introducción a la programación.
2. Aritmética del computador.
3. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones.
4. Resolución numérica de ecuaciones.
5. Aproximación de funciones por polinomios.
6. El problema del ajuste.
7. Diferenciación numérica.
8. Integración numérica

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Martín I. y Pérez V. (1998). Cálculo Numérico para Computación en Ciencia e Ingeniería. *Ed. Síntesis*.
- Kincaid D. y Cheney W. (1994). Análisis numérico, las matemáticas del cálculo científico. *Ed. Addison-Wesley Iberoamericana*

EVALUACIÓN:

Haber realizado satisfactoriamente las prácticas y aprobar el examen.

102826 309 ECUACIONES DIFERENCIALES I**Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:**Ecuaciones diferenciales ordinarias:**

1. Introducción. Métodos elementales de integración de ecuaciones diferenciales. Existencia y unicidad de soluciones.
2. Sistemas y ecuaciones lineales. Espacio de soluciones. Sistemas de coeficientes constantes. Exponencial de una matriz. Sistemas no homogéneos. Estabilidad.
3. Soluciones en forma de serie. Puntos regulares. Las ecuaciones de Legendre y Hermite. Puntos singulares regulares. El polinomio indicial. La ecuación de Bessel.
4. Sistemas dinámicos en el plano. Campos de vectores. Puntos críticos. Mapas de fases. Sistemas lineales y no lineales.

TEXTOS RECOMENDADOS:

G.F. Simmons. *Ecuaciones diferenciales*. McGraw-Hill, 1993.

W.E. Boyce, R.C. di Prima. *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Limusa, 1983.

M.W. Hirsch, S. Smale. *Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal*. Alianza Editorial, 1983.

EVALUACIÓN:

Examen escrito de problemas sobre los temas teóricos y prácticos desarrollados durante el curso.

102827 310 ECUACIONES DIFERENCIALES II

Curso: 2º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1.- Nociones generales sobre ecuaciones en derivadas parciales (EDP)

Definición y ejemplos. EDP lineales y no lineales. Condiciones de contorno y condiciones iniciales. Unicidad. Problema de Cauchy. EDP de primer orden. Clasificación de EDP lineales de segundo orden.

2.- Problemas de contorno y series de Fourier

Autovalores y autofunciones. Producto escalar y sistemas ortogonales de funciones. Series trigonométricas de Fourier. Problema de Sturm-Liouville.

3.- Separación de variables.

Separación de variables en problemas homogéneos y no homogéneos para las ecuaciones clásicas de la Física. Ecuación de Laplace en coordenadas cartesianas, polares, cilíndricas y esféricas. Fórmulas integrales.

4.- Otros problemas de EDP

Transformada de Fourier. El núcleo del calor. Formula de d'Alembert para la ecuación de ondas en 1+1 dimensiones. Formula de Poisson-Kirchoff para ondas en 3+1 dimensiones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- H.F. Weinberger, *Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales* (Reverté, 1996)
- W. A. Strauss, *Partial Differential Equations. An introduction* (Wiley, 1992)
- I. Stakgold, *Green's functions and boundary value problems* (Wiley, 1998)
- F. John, *Partial Differential Equations* (Springer, 1991)

EVALUACIÓN:

Se realizará un examen sobre los temas teóricos y prácticos desarrollados durante el curso.

102828 311 ELECTROMAGNETISMO I**Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6**PROGRAMA:**

1. **El campo electrostático en el vacío.** Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Formulación diferencial e integral de las ecuaciones del campo electrostático. Potencial eléctrico de una distribución de carga.
2. **El campo electrostático en medios materiales.** Polarización. Vector **D**. Relaciones constitutivas. Condiciones de los campos en la frontera entre dos medios.
3. **El campo magnetostático en el vacío.** Corriente eléctrica. Ley de Ampère. Campo magnético. Formulación diferencial e integral de las ecuaciones del campo magnetostático. Potencial magnético vector de una distribución de corrientes. Potencial magnético escalar.
4. **El campo magnetostático en medios materiales.** Imanación. Vector **H**. Relaciones constitutivas. Condiciones de los campos en la frontera entre dos medios.
5. **Campos electromagnéticos. Ecuaciones de Maxwell.** Inducción electromagnética. Autoinducción e inducción mutua. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Feynman, R., Leighton, R.B., Sands, M.: “*Física, Vol. II: Electromagnetismo y materia*”. Addison-Wesley Iberoamericana (1987).
- Lorrain, P., Courson, D.R.: “*Campos y ondas electromagnéticas*”. Selecciones Científicas (1994).
- Purcell, E.M. “*Electricidad y magnetismo*” (Berkeley Physics Course, Vol. 2). Ed. Reverté (1992).
- Reitz, J.R., Milford, F.J., Christy, R.W.: “*Fundamentos de la teoría electromagnética*”. Addison Wesley (1994).
- Sánchez Quesada, F., Sánchez Soto, L.L., Sáncho Ruiz, M., Santamaría, J.: “*Fundamentos de Electromagnetismo*”. Ed. Síntesis (2000).
- Velayos, S.: “*Temas de Física III*”. Copygraf (1976).
- Wangness, R.K.: “*Campos electromagnéticos*”. Ed. Limusa (1979).
- Zahn, M.: “*Teoría electromagnética*”, Ed. McGraw-Hill (1991).

EVALUACIÓN:

El examen consistirá en una parte de cuestiones y otra de problemas. Para la realización de la parte de problemas se podrá utilizar un único libro de teoría, de libre elección por parte del alumno.

102829 312 MECÁNICA Y ONDAS I**Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6**PROGRAMA:**

1. Fundamentos de la mecánica newtoniana. Sistemas inerciales y principio de relatividad de Galileo. Leyes de Newton. Ecuaciones de la dinámica newtoniana en sistemas no inerciales. Movimiento de una partícula sobre la superficie terrestre. El péndulo de Foucault.
2. Mecánica lagrangiana: Ligaduras, coordenadas generalizadas y espacio de configuración. Principio de D'Alembert. Ecuaciones de Lagrange para sistemas con ligaduras holónomas y cinemáticas lineales. Formulación lagrangiana del movimiento relativo a sistemas no inerciales.
3. Leyes de conservación en mecánica lagrangiana. Cálculo variacional. Principio de Hamilton. Integración de las ecuaciones del momento. Constantes del movimiento. Teorema de Noether.
4. Introducción a la mecánica hamiltoniana: Espacio de fases. Ecuaciones canónicas de Hamilton. Paréntesis de Poisson.
5. El problema de los dos cuerpos. Reducción al problema equivalente de un solo cuerpo. Campo de fuerzas central. El problema de Kepler. Dispersión en un campo de fuerzas central. Fórmula de Rutherford.
6. Fundamentos de la teoría de la relatividad especial: Incompatibilidad de la mecánica newtoniana y el electromagnetismo. Hechos experimentales. Postulados de Einstein. El espacio-tiempo en la relatividad especial.
7. Cinemática relativista: Transformaciones de Lorentz. Ley de composición de velocidades. Formulación cuadridimensional.
8. Dinámica relativista: La energía y el momento relativistas. Conservación del cuadrimomento. La equivalencia entre masa y energía. Colisiones relativistas. Sistemas de laboratorio y de centro de masas. Formulación lagrangiana de la mecánica relativista.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. A.P. French. *Relatividad especial*. Reverté, 1974.
2. H. Goldstein. *Mecánica clásica*, 2a. edición, Reverté, 1987
3. Ch. Kittel, W.D. Knight y M.A. Ruderman. *Mecánica*. Reverté, 1968
4. G.L. Kotkin y v.G. Serbo. *Problemas de mecánica clásica*. Mir
5. L. Landau. *Mecánica*. Reverté, 1970.
6. A. Rañada. *Dinámica clásica*. Alianza, 1990.
7. W. Rindler. *Introduction to Special Relativity*. Oxford, 1991.
8. M.R. Spiegel. *Mecánica teórica* (Serie Schaum). McGraw-Hill, 1976.
9. E.F. Taylor y J.A. Wheeler. *Spacetime Physics*, Freeman, 1992.

102830 313 ÓPTICA I**Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Naturaleza y modelos de la luz.
2. Fundamentos de la óptica geométrica.
3. Condición de estigmatismo. Representación óptica: Aproximación paraxial.
4. Sistemas ópticos centrados.
5. Sistemas ópticos con superficies planas.
6. Limitación de los rayos. Diafragmas.
7. Aberraciones.
8. Radiometría y fotometría.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- M. Born y E. Wolf, *Principles of Optics*, Cambridge University Press, Cambridge (1997).
- J. Casas, *Óptica*, Librería General, Zaragoza (1994).
- A. Ghatak, *Optics*, McGraw Hill, New York (1992).
- E. Hecht, *Óptica*, Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid (1999).
- P. M. Mejías y R. Martínez-Herrero, *Óptica Geométrica*, Editorial Síntesis, Madrid (1999).

EVALUACIÓN: Examen escrito.

102831 314 TERMODINÁMICA I

Curso: 2º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	300,301,303,304
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	320,341

PROGRAMA:

- 1.- Conceptos previos. Principio cero: concepto de temperatura. Equilibrio termodinámico.
- 2.- Descripción fenomenológica de los sistemas más utilizados en Termodinámica.
- 3.- Trabajo en Termodinámica. Trabajo adiabático, primer principio: energía interna. Definición termodinámica del calor. Capacidades caloríficas. Aplicaciones del primer principio.
- 4.- Enunciados del segundo principio. Temperatura termodinámica y entropía. Principio de aumento de entropía.
- 5.- Ecuación fundamental de la Termodinámica. Equilibrio y estabilidad de los sistemas cerrados.
- 6.- Representaciones alternativas: potenciales termodinámicos. Equilibrio y estabilidad en las representaciones alternativas.
- 7.- Ecuaciones prácticas para la entropía: consecuencias. Ecuaciones prácticas para la energía interna y para las diferentes funciones termodinámicas.
- 8.- Sistemas de masa o composición variable. Potencial químico. Equilibrio de un sistema heterogéneo y multicomponente. Regla de las fases de Gibbs.
- 9.- Transiciones de fase de primer orden. Transiciones de fase continuas. Puntos críticos.
- 10.- Tercer principio de la Termodinámica: enunciados y consecuencias.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- J. Aguilar. Curso de Termodinámica. Alhambra, Madrid.
 H.B. Callen. Termodinámica. Editorial AC. Madrid.
 M.W. Zemansky y R.H. Dittman. Calor y Termodinámica. Mc Graw Hill. Méjico.
 M. Zamora Carranza, Termo I y Termo II, Publicaciones de la Universidad de Sevilla

EVALUACIÓN:

Una prueba escrita que contendrá una parte teórica y otra práctica.

102832 315 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA I**Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

La asignatura consta de 10 horas de clase de pizarra, donde se desarrollarán los fundamentos teóricos de las técnicas de medida. A continuación se realizarán 10 experiencias de Termodinámica y 3 experiencias de Mecánica, seleccionadas entre las siguientes:

- Determinación de momentos de inercia. Aplicación de expresiones teóricas. Dinámica del disco de Maxwell. Péndulo de torsión.
- Determinación de la viscosidad de líquidos mediante el método de Stokes. Viscosímetro de rotación. Variación de la viscosidad con la temperatura.
- Giróscopo de Magnus. Aplicaciones de las ecuaciones fundamentales del movimiento giroscópico.
- Variación de la Resistencia de un Conductor y de un Semiconductor con la Temperatura. Calibración de termómetros de resistencia y termistores.
- Medida de la entalpía de vaporización del agua. Transiciones de fase de primer y segundo orden.
- Ecuación de Clausius-Clapeyron. Dependencia de la presión de vapor con la temperatura. Técnicas de vacío.
- Isotermas de Andrews de un Gas Real. Aproximación de campo medio para la transición de fase líquido-vapor. Ecuación de Van der Waals.
- Determinación de calores específicos de sólidos. Aplicación a los sólidos metálicos Al, Fe y Cu. Comprobación de la ley de Dulong y Petit.
- Medida de la entalpía de vaporización del nitrógeno por un método criogénico. Obtención de bajas temperaturas en el laboratorio.
- Método de Callendar para la medida de la entalpía específica del agua. Termodinámica de procesos de flujo.
- Método de Rüchardt para la medida del coeficiente adiabático de los gases Ar y CO₂. Teorema de equipartición de la energía para predecir las entalpías específicas de gases mono- di- y triatómicos.
- Método del calentamiento para la medida del calor específico de líquidos. Aplicación al etilenglicol.
- Método calorimétrico para la medida de entalpías de disolución. Aplicación para sales de amonio.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. C. H. Bernard, C.D. Epp, Laboratory Experiments in College Physics (7th ed.). Wiley, 1995.
2. R.A. Granger (ed.), Experiments in Heat Transfer and Thermodynamics, Cambridge, 1994.
3. D. Lide (ed.), Handbook of Chemistry and Physics (75th ed.), CRC Press, 1994.
4. Guiones de prácticas del laboratorio de termodinámica: <http://www.ucm.es/info/termo>

EVALUACIÓN: Se dará una calificación al trabajo de laboratorio junto con la memoria presentada para cada práctica y se realizará un examen al finalizar los laboratorios. Ambas partes, Termodinámica y Mecánica, deberán ser aprobadas por separado para aprobar la asignatura. En la parte de mecánica será requisito indispensable superar dicho examen final.

OBSERVACIONES: Se recomienda haber superado Laboratorio de Física antes de hacer esta asignatura y cursar Termodinámica I y Mecánica I simultáneamente.

URL: <http://material.fis.ucm.es/tecnicasI>

102833 316 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA II**Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	303,304,312,315,311
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Medida de Potencia en corriente alterna
2. Osciloscopio (carga y descarga de condensadores, filtros paso baja, paso alta y paso banda, rectificado e integración de señales eléctricas, diodos)
3. Determinación del campo magnético terrestre. Ley de Faraday-Henry
4. Medidas eléctricas (corriente continua y corriente alterna)
5. Campo magnético en una bobina: Ley de Biot y Savart. Inducción magnética.
6. Deformación por torsión. Histéresis mecánica
7. Péndulos acoplados. Modos normales de oscilación
8. Vibración en cuerdas
9. Propagación, interferencia y difracción de ondas en el agua. Cubeta de Ondas
10. Medida de la velocidad de propagación del sonido en el aire. Tubo de Quincke

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Felisa Núñez, *Laboratorio de electricidad y magnetismo*, ediciones Urmo 1972
- G. L. Squires, *Practical Physics*, 3ª edición, Cambridge University Press 1985
- Alan M. Portis, Hugh D. Young, *Berkeley physics laboratory 2ª edición*, ed. Reverté 1974
- 1º y 2º tomo de los libros de Física General para Licenciados e Ingenieros

EVALUACIÓN:

Se dará una calificación al trabajo de laboratorio en base a las memorias presentadas para cada práctica y se realizará un examen al finalizar los laboratorios. El 50% de la calificación final corresponde a la parte de Mecánica y Ondas y el otro 50% a la de Electricidad y Magnetismo. Será necesario aprobar ambas partes por separado para superar la asignatura y, en cualquier caso, haber superado el examen final.

OBSERVACIONES:

Con el fin de organizar los grupos de laboratorio, las normas y los horarios disponibles se expondrán en los tableros de anuncios de los laboratorios. Los alumnos deberán inscribirse por separado en un grupo del laboratorio de Mecánica y en un grupo del laboratorio de Electricidad. Se recuerda a los alumnos que la asignatura incluye un determinado número de horas de clase de teoría, tanto en Mecánica como en Electricidad. La asistencia a dichas clases es imprescindible para adquirir los conocimientos básicos de la asignatura y para el buen funcionamiento y aprovechamiento de las horas de laboratorio. Los horarios y aulas de dichas clases se anunciarán con la suficiente antelación en los tableros de anuncios de los laboratorios.

102834 317 ELECTROMAGNETISMO II

Curso: 3º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Troncal

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

PROGRAMA:

Tema 0. REVISIÓN DE LAS ECUACIONES DE MAXWELL.

Ecuaciones de Maxwell en el vacío. Potencial escalar y vector. Ecuaciones de Maxwell en medios materiales. Relaciones constitutivas. Condiciones en la frontera entre medios.

Tema 1. PROBLEMAS DE CONTORNO EN CAMPOS ESTÁTICOS I.

Representación integral del potencial electrostático. Función de Green. Teorema de reciprocidad. Unicidad de la solución. Método de imágenes. Sistemas de conductores: coeficientes de potencia e influencia.

Tema 2. PROBLEMAS DE CONTORNO EN CAMPOS ESTÁTICOS II.

Método de separación de variables: a) coordenadas cartesianas, b) coordenadas cilíndricas, c) coordenadas esféricas. Métodos numéricos y gráficos.

Tema 3. ENERGÍA Y FUERZAS EN CAMPOS ELECTROSTÁTICOS.

Energía electrostática de una distribución de carga. Densidad de energía en el campo electrostático. Energía de un sistema de conductores. Fuerzas en sistemas electrostáticos.

Tema 4. ENERGÍA Y FUERZAS EN SISTEMAS MAGNETOSTÁTICOS. ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA.

Energía magnetostática de un sistema de corrientes. Densidad de energía en el campo magnetostático. Fuerzas en sistemas magnetostáticos. Energía electromagnética. Teorema de Poynting. Momento electromagnético.

Tema 5. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.

Ecuación de ondas. Potenciales electromagnéticos. Soluciones retardadas.- Ondas planas en medios dieléctricos y disipativos. Dipolo oscilante. Aproximaciones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. Feynman, Leighton y Sands, "Lecturas de Física". Vol. II. Electromagnetismo y Materia. Fondo Educativo Interamericano.
2. Lorrain y Courson. "Campos y Ondas Electromagnéticas". Selecciones Científicas.
3. Reitz, Milford y Christy. "Fundamentos de la teoría Electromagnética". 4ª Ed. Addison-Wesley.
4. Sánchez Quesada, Sánchez Soto, Sancho Ruíz y Santamaría, "Fundamentos de Electromagnetismo". Editorial Síntesis
5. Velayos. "Temas de Física". Copigraf.
6. Wangsness. "Campos electromagnéticos". LIMUSA.

EVALUACIÓN:

El examen consistirá en una prueba con una parte de cuestiones y otra de problemas. Para la realización de los problemas se podrá utilizar **un solo libro**, de libre elección por parte del alumno

102835 318 MECÁNICA Y ONDAS II

Curso: 3º

Cuatrimestre: 1^{er}

Carácter: Troncal

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Movimiento del sólido rígido: Conceptos generales. Cinemática general del sólido rígido. Momento lineal, angular y energía cinética.
2. Propiedades de los fluidos: Definiciones y magnitudes básicas. Fuerzas en fluidos. Estática de fluidos. Cálculo tensorial.
3. Movimiento de fluidos: Cinemática de fluidos. Leyes de conservación. Flujo viscoso.
4. Oscilaciones pequeñas. Oscilaciones de sistemas con varios grados de libertad. Frecuencias, modos y coordenadas normales. Energía cerca del equilibrio.
5. Ondas: Ecuación de ondas. Análisis de Fourier. Descripción de la propagación. Velocidades de fase y de grupo. Medios dispersivos. Ondas en dos y tres dimensiones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- . A. Rañada. Dinámica Clásica. Alianza Universidad.
- . Goldstein. Mecánica Clásica. Reverté
- . P.K. Kundu. Fluid Mechanics. Academic Press.
- . V.L. Streeter. Mecánica y ondas. McGraw Hill
- . A.P. French. Vibraciones y Ondas. Reverté
- . Lain G. Main. Vibrations and Waves in Physics. Cambridge University Press.

EVALUACIÓN:

Una prueba escrita que contendrá una parte teórica y otra práctica.

102836 319 ÓPTICA II

Curso: 3º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

Ondas electromagnéticas. Ecuaciones de Maxwell en el vacío. Ondas armónicas y planas. Representación compleja. Polarización. Vector de Poynting y promedio temporal. Fuerza de Lorentz. Átomo de Lorentz.

Propagación en medios materiales. Índice de refracción. Promedio espacial de las ecuaciones de Maxwell. Relaciones de constitución. Índice de refracción. Dispersión y absorción en dieléctricos y conductores.

Refracción y reflexión. Condiciones de contorno. Fórmulas de Fresnel. Ángulo de Brewster. Reflexión total. Fibras ópticas. Reflectancia y transmitancia.

Propagación en medios anisótropos. Aplicaciones. Tensor dieléctrico. Medios uniáxicos. Superficie de vectores de onda, ondas ordinaria y extraordinaria. Doble refracción. Láminas retardadoras. Polarizadores. Dicroísmo. Matrices de Jones.

Interferencia. Interferómetro de Young. Coherencia temporal y espacial. Interferómetro de Michelson. Interferómetro de Fabry-Perot. Cavidades láser.

Difracción. Principio de Huygens-Fresnel. Aproximaciones de Fresnel y Fraunhofer. Poder resolutivo de los instrumentos ópticos. Doble rendija. Redes de difracción. Formación de imagen.

TEXTOS RECOMENDADOS: (por orden alfabético)

- M. Born y E. Wolf. Principles of Optics, Cambridge University Press (1999)
- J. M. Cabrera, F. J. López y F. Agulló. Óptica Electromagnética, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington (1993)
- J. Casas. Óptica, Librería Pons, Zaragoza (1994)
- G. R. Fowles. Introduction to Modern Optics, Dover, New York (1989)
- R. Guenther. Modern Optics, John Wiley & Sons, New York (1990)
- E. Hecht. Óptica, Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid (2000)

EVALUACIÓN: Se realizará un examen sobre los contenidos desarrollados durante el curso.

102837 320 TERMODINÁMICA II**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

- 1.- Introducción a la Termodinámica de mezclas y de sistemas reactivos.
- 2.- Termodinámica de procesos irreversibles: Formalismo general. Aplicación a fenómenos de transporte.
- 3.- Teoría cinética: Descripción microscópica de sistemas gaseosos. Coeficiente de transporte en gases.
- 4.- Introducción a la Física Estadística clásica.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- . **J. Aguilar.** Curso de Termodinámica. Alhambra, Madrid.
- . **M.W. Zemansky y R.H. Dittman.** Calor y Termodinámica. Mc Graw Hill. Méjico.
- . **I. Prigogine.** Introducción a la Termodinámica de los Procesos Irreversibles. Selecciones científicas. Madrid.

EVALUACIÓN:

Prueba escrita con una parte teórica y otra práctica.

102838 321 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA III**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	311, 313, 316, 317, 323
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Comprobación experimental de las leyes fundamentales de la Óptica geométrica. Dispersión de la luz. Lentes delgadas
2. Instrumentos ópticos: lupa, microscopio y telescopio
3. Limitación de haces en sistemas ópticos. Aberraciones
4. Reflexión total interna. Caracterización de fibras ópticas
5. Experimentos en Física cuántica
6. Efecto Hall en metales
7. Medida del ciclo de histéresis de materiales ferromagnéticos
8. Estudio de señales alternas mediante un analizador de espectros. Resonancia de ondas electromagnéticas
9. Análisis de Fourier de señales eléctricas
10. Introducción a la electrónica: divisor de tensión, relé, diodos de unión y Zener, amplificadores operacionales

TEXTOS RECOMENDADOS:

- J. Casas, *Óptica*. Librería General, Zaragoza, 1994
- E. Hecht, A. Zajac, *Óptica*. Addison-Wesley, Wilmington, 1986
- C. Sánchez del Río (coordinador), *Física Cuántica*. Pirámide, Madrid, 1997
- M. Alonso y E. J. Finn *Física General* (Tomo o parte de Campos y Ondas, según edición)
- N. M. Morris, F. W. Senior, *Circuitos eléctricos*. Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina, 1994
- F. Núñez, *Laboratorio de electricidad y magnetismo*. Ediciones Urmo, Bilbao, 1972
- J. F. Shackelford, *Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros*. Prentice-Hall, Madrid, 1998
- G. L. Squires, *Practical Physics*. Cambridge University Press, Cambridge, 1985

URL DE INTERÉS: <http://www.ucm.es/info/optica/lt3/> y <http://material.fis.ucm.es/TecIII>

Toda la información sobre el laboratorio de Electricidad y Magnetismo se encuentra publicada en el Campus virtual de la asignatura.

EVALUACIÓN:

Se dará una calificación al trabajo de laboratorio y se realizará un examen al finalizar los laboratorios. Es necesario aprobar el trabajo y el examen de modo independiente. El 60% de la calificación final corresponde a la parte de Óptica y el 40% restante a la de Electricidad. Para aprobar la asignatura se deberán aprobar las partes de Óptica y de Electricidad por separado.

OBSERVACIONES

Con el fin de poder organizar los grupos de laboratorio las normas y los horarios disponibles se expondrán en los tablones de anuncios de los laboratorios a partir de la última semana de septiembre y las listas para apuntarse estarán disponibles desde el primer día del curso. Los laboratorios de Electricidad y Óptica son independientes. Es necesario inscribirse en dos grupos de prácticas, uno de Electricidad y otro de Óptica. Cada inscripción se realizará en el laboratorio correspondiente. Se recuerda a los alumnos que la asignatura incluye un determinado número de horas de clase de teoría, tanto de Óptica como de Electricidad. La asistencia a dichas clases es imprescindible para adquirir los conocimientos básicos de la asignatura y para el buen funcionamiento de los laboratorios.

102839 322 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA IV**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Fenómenos de polarización. Ley de Malus. Caracterización de compensadores y láminas retardadoras
2. Experimentos en interferometría. Medida de la longitud de onda. Separación espectral de dobletes.
3. Estudio del fenómeno de la difracción. Medida de tamaño de objetos. Caracterización de redes de difracción.
4. Espectroscopía. Caracterización espectral de diodos emisores de luz (LED)
5. Conductividad térmica de materiales aislantes
6. Efectos Seebeck y Peltier
7. Temperatura de Debye de sólidos metálicos

TEXTOS RECOMENDADOS:

- J. M. Cabrera, F. J. López y F. Agulló López, *Óptica electromagnética*. Addison-Wesley, Wilmington, 1993
- J. Casas, *Óptica*. Librería General, Zaragoza, 1994
- G. R. Fowles, *Introduction to Modern Optics*. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1975
- E. Hecht y A. Zajac, *Óptica*. Addison-Wesley, Wilmington, 1986
- M. W. Zemansky y R. H. Dittman, *Calor y termodinámica*. McGraw Hill, México DF, 1988

URL DE INTERÉS: <http://www.ucm.es/info/optica/lt4/> , <http://www.ucm.es/info/termo/>

102840 323 FÍSICA CUÁNTICA I**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	Troncales de 1º y 2º
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	342,346,347,345

PROGRAMA:

1.- Orígenes de la Física Cuántica. Radiación del cuerpo negro. Teoría de Planck. Comportamiento corpuscular de la radiación. Efecto Fotoeléctrico. Efecto Compton.

2.- Introducción a la Mecánica Cuántica. Ecuación de Schrodinger, función de ondas. Interpretación probabilística. Estados y Observables en Mecánica Cuántica. Principio de indeterminación.

3.- Sistemas unidimensionales. Estados ligados: pozos de potencial y oscilador armónico. Estados de colisión: escalones y barreras de potencial. Coeficientes de reflexión y transmisión. Efecto túnel. Paquetes de ondas.

4.- Sistemas tridimensionales. Estados ligados: pozos de potencial, oscilador armónico. Momento angular orbital: autovalores y autofunciones. Potenciales centrales: pozo esférico, átomo de hidrógeno, oscilador armónico isótropo.

5.- Momento angular general. Experimento de Stern-Gerlach. Espín. Función de ondas e interpretación probabilística.

6.- Métodos aproximados. Método variacional. Perturbaciones independientes del tiempo

TEXTOS RECOMENDADOS:

C. Sánchez del Río. *Física Cuántica*. Eudema Universidad, Madrid, 1991, (próxima aparición: Pirámide, Madrid, 1997)

R.M. Eisberg, R. Resnick. *Física Cuántica*. Limusa, México, 1978

M. Alonso, E. Finn. *Física*(vol. III:"*Fundamentos Cuánticos y Estadísticos*"). Fondo Educativo Interamericano, 1971

A. Galindo, P. Pascual. *Mecánica Cuántica*. Eudema, Madrid, 1989

A. Galindo, P. Pascual. *Problemas de Mecánica Cuántica*. Eudema, Madrid, 1989

F.J. Yndurain *Mecánica Cuántica*. Alianza, Madrid, 1988

C. Cohen, B. Diu, F. Laloe. *Mecanique Quantique*. Hermann, Paris

R. Fernández Álvarez-Estrada, J.L. Sánchez Gómez. *100 Problemas de Física Cuántica*, Alianza, Madrid, 1996.

EVALUACIÓN:

Los exámenes constarán de ejercicios prácticos y cuestiones teóricas.

102841 324 FÍSICA CUÁNTICA II

Curso: 3º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Troncal

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	323
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	342,341,346,347

PROGRAMA:

0.- MÉTODOS APROXIMADOS:

Teoría de Perturbaciones. Método Variacional.

1.- ESTADÍSTICAS CUÁNTICAS:

Indistinguibilidad de Partículas Idénticas. Principio de Exclusión de Pauli. Estadísticas de Bose-Einstein y Fermi-Dirac.

2.- ÁTOMOS:

El átomo de Hidrógeno. El átomo de Helio. Átomos multielectrónicos.

Configuraciones. Átomos en campos externos. Transiciones entre niveles atómicos.

3.- MOLÉCULAS:

Moléculas diatómicas. Orbitales moleculares. Estados de rotación y vibración. Transiciones entre niveles moleculares.

4.- ESTRUCTURA DE SÓLIDOS:

Cristales. Teoría de bandas. Conductores, semiconductores y aislantes.

5.- NÚCLEOS:

Propiedades generales. Fórmula de masas. Modelos nucleares.

6.- PARTÍCULAS SUBATÓMICAS:

Interacciones fundamentales. Leyes de conservación.

TEXTOS RECOMENDADOS:

M. Alonso, E. Finn. Física Vol.III. Fondo Educativo Interamericano, 1971.

A. Eisberg, R. Resnick, Física Cuántica de Átomos. Ed. Limusa, 1978.

C. Sánchez del Río (coordinador). Física Cuántica Vol I,II. Eudema Univ, 1991, Pirámide, Madrid 1997.

B. Cohen, B. Diu, F. Laloe. Mecanique Quantique, Hermann, Paris. 1997.

EVALUACIÓN:

Un prueba escrita teórico-práctica.

102842**325 BIOFÍSICA****Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS**

Se recomienda complementar esta asignatura con la, también optativa, Elementos de Biología

PROGRAMA:**1. Problemas y Métodos de la Biofísica.****2. Energética y Dinámica de los sistemas biológicos.**

2.1 Bases termodinámica de los procesos biológicos

2.2 Energía biológica

3. Estructura molecular de los sistemas biológicos.

3.1 Interacciones

3.2 Estructura molecular de proteínas y ácidos nucleicos. Información genética.

3.3 Cooperatividad. Relación conformación-función.

4. Neurobiofísica.

4.1 Biofísica de membranas

4.2 Actividad eléctrica de células excitables

4.3 Redes neurales

5. Aspectos físicos del origen y evolución de la vida.

5.1 Aspectos generales de la autoorganización y evolución de la vida

5.2 Modelos de evolución prebiótica

TEXTOS BÁSICOS RECOMENDADOS:

Biophysics. R. Glaser. Springer.1999.

Biophysics. An Introduction. R. Cotterill. Wiley. 2003.

Biophysics. W. Hoppe y otros (Eds.). De. Springer-Verlag. 1983.

EVALUACIÓN:

La calificación se basará en un examen escrito y en un trabajo realizado a lo largo del curso sobre bibliografía seleccionada.

.

102843 326 FÍSICA DE LA ATMÓSFERA**Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1º, 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**Programa:**

1. INTRODUCCION. La Física de la Atmósfera. Composición del aire. Origen de la atmósfera terrestre. Distribución vertical de la masa atmosférica. La distribución vertical de temperatura.

2. PROCESOS TERMODINÁMICOS FUNDAMENTALES EN LA ATMÓSFERA. Ecuación de estado del aire. La temperatura virtual. Ecuación de la hidrostática. Procesos adiabáticos. Temperatura potencial.

3. EL VAPOR DE AGUA EN LA ATMÓSFERA. El concepto de saturación. Presión de vapor. Índices de humedad. El punto de rocío. Procesos adiabáticos y pseudoadiabáticos en aire saturado. Nivel de condensación. Diagramas termodinámicos

4. ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA Y EL DESARROLLO DE NUBES. Ascenso de parcelas de aire: variación de temperatura. Gradientes adiabáticos del aire seco y del aire saturado. La estabilidad de estratificación atmosférica. La convección y el desarrollo de nubes.

5. EL BALANCE DE ENERGIA. Formas de transferencia de calor en la atmósfera. La radiación solar y terrestre. Leyes fundamentales de la radiación. Absorción, emisión y equilibrio. El efecto invernadero. Balance de energía global. Variación latitudinal del balance de energía

6. LA TEMPERATURA. Variaciones estacionales de temperatura en cada hemisferio: causa y efectos. Las variaciones locales de temperatura en cada estación. Evolución diaria de la temperatura. Medidas de la temperatura del aire.

7. EL VIENTO. La presión atmosférica. Variación con la altura. Fuerzas que influyen en el movimiento del aire. Viento geostrófico. Viento del gradiente. Efecto del rozamiento superficial.

8. ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DEL TIEMPO. La red meteorológica mundial. Los mapas meteorológicos. Métodos de predicción mediante mapas meteorológicos. La predicción meteorológica actual. Modelos numéricos. Predecibilidad del tiempo.

9. CIRCULACIÓN A DIFERENTES ESCALAS EN LA ATMÓSFERA. Circulación general de la atmósfera: Modelo tricelular. Distribuciones globales medias de presión y viento en superficie y altura. La circulación zonal media. Corrientes en chorro. Circulación a escala regional y local.

Bibliografía:

***C.D. Ahrens (2000). *Meteorology Today*, 6ª edición. West Publ. Co.

*J.M. Wallace y P.V. Hobbs (1977, 1ª edición; 2006, 2ª edición). *Atmospheric Science: An Introductory Survey*. Academic Press. Elsevier

Evaluación: Examen de teoría y problemas. La calificación se basará en el resultado del examen y en las actividades realizadas a lo largo del curso.

Observaciones: Aconsejable para los alumnos que deseen seguir las especialidades de Física de la Atmósfera y Geofísica.

102844**327 FÍSICA DE LA TIERRA****Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:****1. Introducción.****2. Campo de la gravedad y figura de la Tierra. Medidas y anomalías gravimétricas.****3. Campo magnético terrestre. Campo interno y campo externo: origen y características. Paleomagnetismo.****4. Sismología. Ondas sísmicas. Terremotos.****5. Edad y estado térmico de la Tierra.****6. Modelos geofísicos del interior de la Tierra.****TEXTOS RECOMENDADOS:**

- Fowler, C. M. *The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics*. Cambridge University Press, 2005.
- Lowrie, W. *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge University Press, 1997.
- Sleep, N.H. y Fujita, K. *Principles of Geophysics*. Blackwell Science, 1997.
- Udías A. y Mezcua, J. *Fundamentos de Geofísica*. Alianza Universidad Textos, 1997.

EVALUACIÓN:

Evaluación **continuada**. Se efectuará teniendo en cuenta: la asistencia a clase, la participación y trabajo realizado a lo largo del curso y un examen final.

OBSERVACIONES:

Esta asignatura es aconsejable para los alumnos que deseen seguir las orientaciones de Geofísica y Física de la Atmósfera.

102845 328 GEOMETRÍA DIFERENCIAL CLÁSICA**Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:****1.- Preliminares.**

Aspectos históricos de la geometría diferencial clásica. Conceptos geométricos en la Física.

La geometría de los espacios euclídeos.

1.- Curvas.

Curvas. Cambio de parámetros. Longitud de arco. El parámetro longitud de arco.

Curvas en el plano. Curvatura. Ecuaciones de Frenet. Representación de curvas planas.

Curvas en el espacio. Curvatura y torsión. Ecuaciones de Frenet. Forma local canónica.

Caracterización de curvas mediante las funciones curvatura y torsión.

2.- Superficies.

Superficies. Cambio de parámetros. Funciones diferenciables sobre una superficie.

El plano tangente. La aplicación diferencial de una función diferenciable.

La primera forma fundamental. Longitudes, ángulos y áreas.

Orientación de superficies. Curvatura de Gauss y curvatura media.

La segunda forma fundamental. Curvatura normal. Teorema de Euler. Clasificación local de superficies.

Curvas notables de una superficie. Curvas asintóticas. Líneas de curvatura.

3.- Geometría intrínseca de superficies.

Ecuaciones fundamentales de la teoría de superficies. El teorema Egregio de Gauss.

Ecuaciones de Gauss-Codazzi-Mainardi.

Transporte paralelo. Derivación covariante.

Geodésicas. Coordenadas polares geodésicas. Geodésicas como curvas de mínima distancia.

El teorema de Gauss-Bonnet.

TEXTOS RECOMENDADOS:

-M. do Carmo, *Geometría diferencial de curvas y superficies* (Alianza Universidad, 1990; Prentice Hall, 1976).

-M. Lipschutz, *Teoría y problemas de geometría diferencial* (Schaum, McGraw Hill, 1990)

-D. J. Struik, *Geometría diferencial clásica* (Aguilar, 1973)

-A. S. Fedenko, *Problemas de geometría diferencial*. (Rubiños, 1991)

102846 329 ASTROFÍSICA**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado
Asignaturas en cuyo desarrollo influye

Física y Química a nivel de 1º

PROGRAMA:

- 1.- Movimientos de la Tierra. La esfera celeste. Movimiento aparente del sol y las estrellas. Coordenadas astronómicas. Medida del tiempo. Calendario. Fases de la Luna. Eclipses. Mareas.
- 2.- Instrumentación Astronómica. Reflectores y refractores. Grandes telescopios. Radiotelescopios. Analizadores y detectores. Observación desde el espacio. Telescopio espacial Hubble. Agencias espaciales: NASA y ESA. Grandes observatorios españoles.
- 3.- Observación de las estrellas: magnitudes, luminosidad, temperatura y composición química. Diagrama H-R.
- 4.- Estrellas binarias. Clasificación. Masas estelares
- 6.- Vida de las estrellas. Formación y evolución. Fases finales y muerte: enanas blancas, estrellas de neutrones o pulsares y agujeros negros.
- 7.- Estrellas variables. Estrellas pulsantes. Novas. Supernovas.
- 8.- El Sol. Interior y reacciones nucleares. Atmósfera. Actividad e influencia en la Tierra.
- 9.- Medio interestelar. Composición y propiedades físicas. Nebulosas.
- 10.- Nuestra Galaxia: estructura espiral, disco y halo. Cúmulos globulares. Origen y formación.
- 11.- El universo extragaláctico. Clasificación y propiedades de las galaxias. Distancias y velocidades. Ley de Hubble.
- 12.- Agrupaciones de galaxias. Espacios vacíos. Estructura a gran escala del universo
- 13.- Galaxias activas. Cuasares. Cuasares virtuales
- 14.- Cosmología. Distribución de galaxias a gran escala. Radiación cósmica de fondo. El universo en expansión. Evolución del universo. Historia térmica del universo.
- 15.- El sistema solar. Planetas y satélites. Cometas. Asteroides. Meteoritos. Exploraciones espaciales y programas futuros. Origen del sistema solar. Sistemas planetarios en otras estrellas.
- 16.- Vida extraterrestre. Requerimientos básicos y restricciones astrofísicas. Vida en el sistema solar y en el universo. Búsqueda de vida inteligente en el universo.
- 17.- Astronomía desde Internet.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Universe. W.J.Kaufmann. (W.H.Freeman and Co.)

Astronomy. Principles and Practice. A.E.Roy and D. Clarke (Adam Hilger Ltd.)

Introduction to Stellar Astrophysics. Vol. 1. E. Böhm-Vitense (Cambridge Univ. Press)

EVALUACION:

Cuestiones teóricas y problemas.

OBSERVACIONES:

Se realizarán prácticas de observación astronómica nocturna.

Aconsejable para los alumnos que deseen cursar la especialidad de Astrofísica.

102847**330 FÍSICA DE MATERIALES****Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

0. Introducción: orden de corto y largo alcance; materiales cristalinos y no cristalinos.

1. Estructura cristalina: red y base; celda unidad; sistemas cristalinos; direcciones y planos cristalográficos.

2. Enlaces: fuerzas de cohesión y energía de enlace; tipos de enlace.

3. Tipos de materiales: metálicos, cerámicos, semiconductores, materia blanda, compuestos.

4. Defectos: tipos; producción.

5. Difusión: leyes de Fick; mecanismos de difusión.

6. Transiciones de fase: conceptos fundamentales; diagramas de fase.

7. Propiedades

Propiedades mecánicas: elasticidad, plasticidad, endurecimiento, fatiga y fractura.

Propiedades eléctricas: conducción eléctrica; semiconductores; dieléctricos; superconductores.

Propiedades ópticas: Interacción de la luz con los sólidos; luminiscencia; fotoconductividad; láseres.

Propiedades magnéticas: materiales dia-, para- y ferromagnéticos.

Propiedades térmicas: expansión térmica; conductividad térmica.

8. Degradación de los materiales: corrosión, fragilización

9. Ejemplos

TEXTOS RECOMENDADOS:

- *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*, W.D. Callister Jr (Editorial Reverté, 1997)

- *Ciencia e Ingeniería de los materiales*, D.R. Askeland (Paraninfo, 2001)

- *Introduction à la science des matériaux*, W. Kurz, J.P. Mercier G. Zambelli (Presses polytechniques et universitaires romandes, 1995...)

- *Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros*, J.F. Shackelford (Prentice-Hall, 1998)

- *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*, W.D. Callister Jr (Editorial Reverté, 1995)

- *Fundamentos de la ciencia e Ingeniería de Materiales*, W. S. Smith (McGraw-Hill, 1992)

EVALUACIÓN:

Cuestiones teóricas y problemas

102848 331 ESTRUCTURA DEL ESPACIO-TIEMPO**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Breve descriptor: Espacio-tiempo aristotélico, galileano, newtoniano y einsteniano. Principios de relatividad. Principios de equivalencia. Geometría y gravitación. Agujeros negros. Principios cosmológicos. La Gran Explosión.

Requisitos: Conocimientos previos: Se recomienda haber cursado o estar cursando la asignatura Geometría Diferencial Clásica.

Objetivos: Al final del curso, el alumno será capaz de manejar los conceptos incluidos en las teorías de la Relatividad Especial y Relatividad General y de tener una visión de la Cosmología actual.

Contenidos temáticos:

1. Introducción. Espacio-tiempo aristotélico.
2. Principio de relatividad y espacio-tiempo galileano.
3. Principio de equivalencia débil y espacio-tiempo newtoniano.
4. Relatividad especial y espacio-tiempo minkowskiano.
5. Gravitación, relatividad general y espacio-tiempo einsteniano.
6. Introducción a la Cosmología.
7. Colapso gravitacional y agujeros negros.

Actividades docentes:

Clases de teoría y problemas.

Evaluación:

Se propondrán ejercicios periódicos para su entrega en el plazo de siete días. Estos ejercicios constituirán el 30% de la nota final.

El examen final consistirá de problemas y cuestiones de dificultad muy similar a los ejercicios entregados durante el curso y constituirá el 70% de la nota final.

Bibliografía básica:

1. G. Barton: *Introduction to the Relativity Principle*, Wiley 1999.
2. P. French: *Relatividad Especial*, MIT Physics Course, Reverté 1974.
3. L.D. Landau, E.M. Lifshitz: *Teoría Clásica de Campos*, Reverté, 1987.
4. Liddle: *An introduction to modern cosmology*, Wiley 2004.
5. W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler: *Gravitation*, Freeman & Co, 1973.
6. W. Rindler: *Introduction to special relativity*, Oxford: Clarendon Press, 1996.
7. E.F. Taylor, J.A. Wheeler: *Spacetime Physics*, Freeman & Co, 1992
8. M. Friedmann: *Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo: Física relativista y filosofía de la ciencia*, Alianza 1991.
9. W. Rindler: *Essential Relativity: Special, General and Cosmological*, diferentes editoriales.

102849 332 VARIABLE COMPLEJA**Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1º/2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA****1. FUNCIONES ANALÍTICAS**

1. Definición y propiedades algebraicas de los números complejos.
2. Módulo y argumento. Conjugación. Fórmula de de Moivre. Raíces.
3. La función exponencial, funciones trigonométricas e hiperbólicas, logaritmos y potencias.
4. Límites y continuidad. Derivabilidad. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Regla de la cadena. Teorema de la función inversa. Funciones armónicas.

2. TEOREMA DE CAUCHY

1. Integración sobre arcos: definición y propiedades elementales.
2. Teorema de Cauchy-Goursat. Homotopía. Antiderivadas.
3. Índice. Fórmula integral de Cauchy. Derivadas de orden superior. Desigualdades de Cauchy. Teorema de Liouville. Teorema fundamental del álgebra. Teorema de Morera.
4. Principio del módulo máximo. Propiedad del valor medio.

3. REPRESENTACIÓN DE FUNCIONES ANALÍTICAS MEDIANTE SERIES

1. Convergencia de sucesiones y series de funciones. Convergencia uniforme. Criterio M de Weierstrass. Series de funciones analíticas.
2. Convergencia de series de potencias. Lema de Abel-Weierstrass. Teorema de Taylor. Principio de prolongación analítica.
3. Teorema de Laurent. Clasificación de singularidades aisladas.

4. TEOREMA DE LOS RESIDUOS

1. Teorema de los residuos. Métodos para el cálculo de residuos.
2. Cálculo de integrales definidas.
3. Valor principal de Cauchy.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Jerrold E. Marsden and Michael J. Hoffman
Basic Complex Analysis (3rd ed.)
Freeman, San Francisco, 1999.
2. Murray R. Spiegel
Variable Compleja
McGraw-Hill, Madrid, 1996.

EVALUACIÓN: Examen escrito.

102850 333 MÉTODOS NUMÉRICOS Y ANÁLISIS DE SEÑALES

Curso: 3º

Cuatrimestre: 1^{er}

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Programa:

1. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias
2. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales
3. Clasificación de procesos. Concepto de transformada.
4. Funciones periódicas. Series de Fourier.
5. Funciones no periódicas. Integral de Fourier.
6. Correlación y convolución.
7. Transformadas de funciones generalizadas y distribuciones.
8. Funciones finitas y muestreadas.
9. DFT y FFT.
10. Transformada de Laplace.

Textos recomendados:

- R. Bracewell. The Fourier Transform and its applications. McGraw-Hill. Int., 1986
E. Brigham. The Fast Fourier and its applications. Ed. Prentice-Hall, Exeter 1988.
D. Kincaid. Análisis numérico. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994

Evaluación:

Para la evaluación se exigirá la entrega de problemas y la realización de las prácticas. Se realizará un examen final que abarcará conceptos teóricos y problemas.

102851 334 ELEMENTOS DE GEOLOGÍA**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**OBJETIVOS:**

Proporcionar los conocimientos básicos de la Geología con fines al entendimiento de los procesos de origen interno y externo y de su evolución en el tiempo y en espacio. Se pondrá énfasis en el conocimiento de la estructura del interior de la Tierra, así como en los modelos geodinámicos que han configurado la superficie terrestre. Se prestará, igualmente, atención a los procesos y estructuras geológicas involucradas con los riesgos geológicos.

PROGRAMA:

I.- Introducción. Estructura, composición y energía del interior de la Tierra:

El núcleo, el manto y la corteza terrestre. Estructura geológica de la Tierra. La litosfera: régimen térmico y estructura. La corteza terrestre.

II.- Los materiales geológicos: Minerales y rocas. Rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. El ciclo petrogenético y la evolución de la corteza.

III.- El tiempo en Geología. Geocronología relativa: La evolución de los seres vivos. Filogenias. Geocronología absoluta. La escala de los tiempos geológicos.

IV.- La deformación de las rocas. Geometría, cinemática y dinámica. Pliegues, fallas, estructuras diapíricas y cuerpos ígneos.

V.- Geomorfología. Procesos dinámicos externos y formas del relieve. La evolución geomorfológica. Geomorfología aplicada a los riesgos geológicos.

VI.- Geodinámica. Tectónica de Placas y Deriva Continental. Ciclo de Wilson. Regímenes tectónicos resultantes de la interacción de las placas. Zonas tectónicamente activas y zonas estables. Cadenas de monta- as y cuencas. Actividad tectónica, volcanismo y sismicidad

TEXTOS RECOMENDADOS:

- AUBOIN, BROUSSE y LEHMAN, J.P. (1980). *Tratado de Geología* T.3.
- Tectónica, Tectonofísica, Morfología*. Ed. Omega.
- BOILLLOT, G. (1984). *Geología de los márgenes continentales*. Ed. Mascon.
- PARK, R.G. (1988). *Geological Structures and Moving Plates*. Ed. Blackie.
- DE PEDRAZA, J. (1996). *Principios, Métodos y Aplicaciones*. Ed. Rueda.
- TAYLOR & MCLENNAN. (1985). *The Continental Crust: its composition and Evolution*. Ed. Blackwell Scientific Publications.
- *Mountain Building Processes*. Edited by Kenneth J. Hsu. (1982). Academic Press.
- TWISS & MOORES. (1992). *Structural Geology*. Ed Freeman.
- SUPPE, JOHN. (1985). *Principles of Structural Geology*. Ed. Prentice-Hall.

PRÁCTICAS:

- 2 créditos. (Viernes de 15,30 a 17,30 - Aula del Dpto. de Geodinámica. Facultad de Geología
- 4ª planta-).

EVALUACIÓN:

El examen constará de una parte práctica y de otra teórica.

102852 335 ELEMENTOS DE BIOLOGÍA**Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**OBJETIVOS:**

Proporcionar una aproximación a los Sistemas Biológicos como sistemas abiertos que mantienen un flujo constante de materia, energía e información que permite alcanzar una complejidad estructural y funcional máxima.

PROGRAMA:

1.- La descripción de las estructuras moleculares que soportan las distintas funciones celulares que se estudiarán posteriormente desde el punto de vista Bioquímico/Molecular (Actividades fisiológicas de membranas, Rutas metabólicas, Mecanismos de producción de energía, Mecanismos de regulación, etc.)

2.- Nociones de Genética Molecular y Clásica que permitan comprender los mecanismos celulares de la transmisión de información (Replicación de Ácidos nucleicos), los tipos de reproducción en los distintos organismos (procariontes, eucariontes, virus) y los ciclos biogeoquímicos que se producen.

3.- Nociones de Embriogénesis y Morfogénesis que permitan comprender la evolución de sistemas físicos hacia estructuras y comportamientos complejos y el efecto de la Mutagénesis, natural e inducida por distintos factores. Todo ello permitirá abordar los procesos moleculares de la Evolución.

TEXTOS RECOMENDADOS:

J. Avers, *Biología celular*, Ed. Iberoamérica

A.G. Loewy & P. Siekevitz, *Cell Structure and Function*, Holt, Rinehart & Winston Inc.

A. L. Lehninger, *Curso Breve de Bioquímica*, Ed. Omega

A. Berkaloff, *Biología y Fisiología Celular*, Ed. Omega

Alberts et al., *Biología Molecular de la Célula*, Ed. Omega*

Darnell et al., *Biología Celular y Molecular* Ed. Labor*

* Libros de consulta

102853 336 SISTEMAS LINEALES**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	332
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	414,416

Conocimientos previos recomendados: Ecuaciones Diferenciales I, Variable Compleja**PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:**

TEMA 1: Introducción a los Sistemas Lineales

TEMA 2: Transformada de Laplace

TEMA 3: Modelación del Sistema

TEMA 4: Modelos matemáticos 1.Función de Transferencia. Funciones de Matlab

TEMA 5: Modelos Matemáticos 2.Variables de Estado. Funciones de Matlab

TEMA 6: Sistemas Discreto. Transformada Z.

TEMA 7. Muestreo de señales

TEMA 8: Función de transferencia discreta

TEMA 9: Análisis en el dominio temporal. Respuesta Transitoria

TEMA 10: Estabilidad

TEMA 11 La Respuesta permanente. Error

TEMA 12 Respuesta en Frecuencia

LABORATORIO: Se realizarán prácticas de Laboratorio con Matlab y Simulink

Bibliografía básica (por orden de prioridad):

- Kuo, B.C., "Sistemas de Control Automático". 7ª ed., Prentice-Hall, 1996.
- Ogata, K., "Ingeniería de Control Moderna". Prentice-Hall.
- Dorf, R.C. "Sistemas Modernos de Control. Teoría y Práctica", Addison-Wesley, 1996.
- Franklin, G.F., Powell, J.D., Emami-Naeini, A., "Control de Sistemas Dinámicos con retroalimentación", Addison-Wesley, 1991.

EVALUACIÓN:**Evaluación continua** de los conocimientos teóricos, de problemas y prácticas de Laboratorio.

Para los alumnos que no sigan la evaluación continua habrá un examen final de teoría, problemas y prácticas de Laboratorio.

OBSERVACIONES:

Asignatura conveniente de cursar antes de Control de Sistemas de Ingeniería Electrónica y para los alumnos de Físicas que deseen cursar la especialidad de "Dispositivos Físicos y Control"

102854 337 HISTORIA Y METODOLOGÍA DE LA FÍSICA**Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Definición de ciencia. ¿Qué es la Física?
2. Filosofía, historia y sociología de la ciencia.
3. Ciencia antigua, Egipto y Mesopotamia.
4. Ciencia Helénica: los filósofos jonios, la escuela de Pitágoras.
5. El periodo ateniense y los alejandrinos.
6. Ciencia en la Edad Media.
7. La revolución científica del Renacimiento.
8. Desarrollo de la Física clásica:
 - 8.1. Astronomía, mecánica y mecánica celeste
 - 8.2. Óptica
 - 8.3. Calor y Termodinámica.
 - 8.4. Electricidad y magnetismo.
9. Física moderna.
10. Ciencia y realidad. Problema epistemológico.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- A. F. Chalmers. *¿Que es esa cosa llamada ciencia?* Siglo XXI, Madrid, 1994.
- W. C. Dampier. *Historia de la Ciencia*. Tecnos, Madrid, 1972.
- J. L. González Recio (editor). *El taller de las ideas. Diez lecciones de historia de la ciencia*". Plaza y Valdés, 2005.
- A. Rioja y J. Ordóñez. *Teorías del Universo*. Editorial Síntesis, 2006.
- C. Sánchez del Río. *Los principios de la física en su evolución histórica*. Editorial Complutense, Madrid, 1986.
- A. Udías Vallina. *Historia de la Física. De Arquímedes a Einstein*, Ed. Síntesis, 2004.
- J. Ziman. *La credibilidad de la ciencia*. Alianza, Madrid, 1981.

EVALUACIÓN:

Evaluación **continuada**. Se efectuará teniendo en cuenta: la asistencia a clase, la participación y trabajo realizado a lo largo del curso y un examen final.

102855 338 FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Curso: 2º/3º
Créditos: 4,5

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	417

Programa:

MÓDULO I: DISEÑO LÓGICO

- 1. Introducción. Representación de la información:** Sistemas analógicos y digitales. Modelo de sistemas digitales. Sistemas de numeración. Conversión entre bases. Representación de la información numérica y alfanumérica en un computador. Códigos.
- 2. Especificación de sistemas combinacionales:** Especificación por funciones de conmutación. Especificación por expresiones de conmutación. Manipulación algebraica de expresiones de conmutación. Formas canónicas de expresiones de conmutación. Mapas de Karnaugh. Simplificación de expresiones de conmutación. Ejemplos.
- 3. Implementación de sistemas combinacionales:** Introducción. Puertas lógicas. Análisis de redes de puertas AND-OR-NOT. Síntesis de redes de puertas AND-OR-NOT. Conjuntos universales de módulos. Análisis de redes de puertas NAND y NOR. Síntesis de redes de puertas NAND y NOR.
- 4. Módulos combinacionales básicos:** Descodificador: aplicación al diseño. Codificador. Codificador de prioridad. Multiplexor: aplicación al diseño. ROM: generación de funciones y almacenamiento de información. Sumador/restador.
- 5. Especificación de sistemas secuenciales:** Concepto de estado y diagrama de estados. Sistemas síncronos y asíncronos. Máquinas de Mealy y de Moore. Método de obtención de una especificación binaria. Ejemplos: contadores y reconocedores de secuencias.
- 6. Implementación de sistemas secuenciales síncronos:** Biestables: RS asíncrono, RS síncrono, D síncrono. Implementación canónica. Inicialización de sistemas secuenciales síncronos. Módulos secuenciales estándar: registro, desplazador, contador, banco de registros, memoria RAM.

MÓDULO II: INTRODUCCIÓN A LA ARQUITECTURA DE COMPUTADORES.

- 7. Arquitectura básica del computador:** Computadores von Neumann: estructura y características. Descripción sencilla de la arquitectura de un computador: el ejemplo del MC68K. Lenguaje máquina del computador: tipos y formatos de instrucciones. Lenguaje ensamblador. Ejecución de programas en el computador.
- 8. Introducción al diseño e implementación de un computador sencillo:** Diseño de la Unidad de Proceso: almacenamiento de instrucciones, secuenciamiento de instrucciones, banco de registros, UAL, gestión de saltos, cálculo de direcciones. Diseño de la Unidad de Control: fases de la ejecución de una instrucción, diagrama de estados, implementación.

Bibliografía:

Módulo I:

- Hermida, R., Sánchez, F., Pastor, E., del Corral, A. M., "Fundamentos de Computadores", de. Síntesis, 1998.
- Ercegovic, M. y Lang, T. "Digital Systems and hardware/firmware algorithms". John Wiley & Sons, 1985.
- Hill, F.J. y Peterson, G.R. "Introduction to Switching Theory & Logical Design". 3ª edición. John Wiley & Sons, 1981.
- Mano, M. "Ingeniería computacional: diseño del hardware". Prentice Hall, 1991.
- Gascón de Toro, M., Leal Hernández, A. y Peinado Lobos, V. "Problemas prácticos de diseño lógico, hardware". Ed. Paraninfo, 1990.

Módulo II:

- Hermida, R., Sánchez, F., Pastor, E. del Corral, A.M., "Fundamentos de Computadores", Ed. Síntesis, 1998.
- Septién, J., Mecha, H., Moreno, R. y Olcoz, K. "La familia del MC68000. Lenguaje ensamblador: conexión y programación de interfaces". Ed. Síntesis, 1995.
- Stallings, W., "Organización y Arquitectura de Computadores", 4ª ed., Prentice Hall, 1996.
- Rafiquzzaman, M. y Chandra, R. "Arquitectura de ordenadores: del diseño lógico al proceso paralelo". Anaya Multimedia, 1990.

102856 339 FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN**Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Introducción: computadoras y programación.
2. Resolución de problemas: Algoritmos y programas. Diseño descendente.
3. Introducción a la programación: Estructura de un programa C++. Tipos básicos de datos. Constantes y variables. Secuenciación y asignaciones. Rudimentos de Entrada / Salida.
4. Instrucciones básicas de la programación estructurada: Estructuras de control secuencial, condicionales y repetitivas
5. Abstracción procedimental: Diseño mediante refinamientos sucesivos. Procedimientos y funciones. Paso de parámetros. Recursión.
6. Tipos de datos definidos por el programador: Vectores, matrices y registros.

TEXTOS RECOMENDADOS:**Bibliografía básica:**

- Walter Savitch, *Resolución de problemas con C++: El objetivo de la programación*, Prentice Hall, 2000.
- Enrique Hernández Orallo, José Hernández Orallo, M^a Camen Juan Lizandra, *C++ Estándar: Programación con el estándar ISO y la Biblioteca de Plantillas (STL)*, Paraninfo, 2002.
- Gary J. Bronson, *C++ para Ingeniería y Ciencias*, International Thompson Editores, 2000

Bibliografía recomendada:

- Stroustrup, B., *The C++ Programming Language*, Addison-Wesley, 2000
- C. Gregorio Rodríguez, L. F. Llana Díaz, R. Martínez Unanue, P. Palao Gostanza, C. Pareja Flores, *Ejercicios de Programación Creativos y Recreativos en C++*, Prentice Hall, 2002.
- Francisco Charte, *Programación con C++ Builder 5*, Anaya Multimedia, 2000.

Desarrollo de la asignatura: La asignatura se imparte de acuerdo a una metodología socio-constructivista utilizando una aproximación denominada "aprendizaje basado en problemas" (*Problem Based Learning*) utilizada frecuentemente en prestigiosas escuelas internacionales. El aprendizaje se plantea a través de la resolución colaborativa de problemas en grupos pequeños, estableciendo entre los participantes una dinámica de juego que les lleva a competir individual y colectivamente con el objetivo de alcanzar la máxima puntuación. En la evaluación individual se tendrá en cuenta no sólo la calidad técnica de la solución propuesta por el equipo, sino cómo el alumno es percibido por los demás miembros de su equipo en relación al cumplimiento de las responsabilidades y de las funciones que se le han asignado. Los contenidos teóricos se impartirán a posteriori, una vez se ha entregado la solución del problema y las clases presenciales se impartirán como foros de discusión colectiva sobre los problemas planteados.

Evaluación: Los alumnos que consigan los primeros puestos en la clasificación individual al finalizar el curso, no tendrán que realizar examen. Existe, sin embargo, un examen final en Febrero y Examen extraordinario en Septiembre para aquellos alumnos que no hayan logrado aprobar por curso. Se tendrá en cuenta en la nota final la asistencia y la participación en clase a la hora de la resolución de las prácticas propuestas.

102857 340 TRANSMISIÓN DE DATOS**Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Teoría de Circuitos.

PROGRAMA:

1. SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS. TRANSFORMADA Z
2. ANÁLISIS DE FOURIER DE SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO
3. PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES ANALÓGICAS
4. TRANSFORMADA DISCRETA DE FOURIER. ALGORITMOS FFT
5. TRANSMISIÓN Y MODULACIÓN DIGITAL

BIBLIOGRAFÍA:

- Oppenheim, A. Willsky, S. Hamid, “*Signals and Systems*”, Prentice Hall, 1997.
- Oppenheim, “*Discrete Time Signal Processing*”, Prentice Hall, 1999.
- M. Burgos, F. Pérez, M. Salazar, “*Teoría de la Comunicación, 2ª parte*”, ETSIT, Universidad Politécnica de Madrid, 2000.

EVALUACIÓN: Se realizará un examen escrito en la fecha prevista de teoría y problemas. Se podrán tener en cuenta las prácticas y trabajos realizados en la asignatura.

OBSERVACIONES: Necesaria para obtener la titulación de Ingeniería Electrónica.

102858 341 FÍSICA ESTADÍSTICA

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	314,320,312,323,342
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	387,356,363,410

PROGRAMA:

1. Descripciones mecánica y termodinámica de los sistemas macroscópicos.
2. Variables aleatorias.
3. Postulados fundamentales de la Física Estadística clásica y cuántica.
4. Ergodicidad, límite termodinámico y ruptura de simetría.
5. Colectividad microcanónica. Entropía y temperatura. Gas ideal clásico. Paramagnetismo. Temperaturas absolutas negativas.
6. Colectividad canónica. Función de partición. Teorema de la equipartición.
7. Estadística de Maxwell-Boltzmann. Estadística de Planck. Gas de fotones. Gas de fonones.
8. Colectividad macrocanónica. Estadísticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac. Límite clásico.
9. Condensación de Bose-Einstein.
10. Gas de electrones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. Statistical Mechanics. K. Huang, Wiley (1987).
2. Statistical Mechanics, R. K. Pathria, Pergamon Press (1977).
3. Thermodynamics and Statistical Mechanics. W. Greiner, L. Neise y H. Stöcker, Springer (1995).
4. 100 problemas de Física Estadística, C. Fernández Tejero y J. M. Rodríguez Parrondo, Alianza Editorial (1996).
5. Física Estadística del equilibrio. Fases de la materia. C. Fernández Tejero y M. Baus, Aula Documental de Investigación (2001).

EVALUACION:

Los exámenes constan de problemas y ejercicios. Para su realización el alumno dispondrá de los apuntes de clase y de los problemas realizados durante el curso. Al finalizar los exámenes, las soluciones de los problemas y ejercicios se mostrarán en el tablón de anuncios.

102859**342 MECÁNICA CUÁNTICA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	323,324
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	353,354

OBJETIVOS:

Introducir al alumno en el fascinante mundo de los quanta, herramienta absolutamente indispensable para adentrarse luego en la microfísica (átomos, moléculas, núcleos y partículas elementales), en la mesofísica (nanoestructuras, puntos cuánticos, etc.), en la materia condensada (física de superficies, superconductividad, superfluidez, efecto Hall, etc.), en la macrofísica (enanas blancas, estrellas de neutrones, evaporación cuántica de agujeros negros, etc.), y en la teoría cuántica de la información (criptografía y computación cuánticas). Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de interpretar los conceptos cuánticos, y de aplicarlos en contextos sencillos. Entre las destrezas y competencias que se adquieren, se cuentan el manejo de los principios de indeterminación y de complementariedad, la valoración y uso de las simetrías, la familiaridad con los prototipos de sistemas cuánticos simples, y los rudimentos imprescindibles y sumamente importantes del arte de aproximar tanto para la estimación de niveles energéticos como de probabilidades de transición.

PROGRAMA:

- Postulados de la mecánica cuántica (observables, estados, mediciones, probabilidades, dinámica).
- Simetrías discretas (P, C, T, indistinguibilidad) y espacio-temporales (traslaciones, rotaciones).
- Sistemas cuánticos simples (con número finito de estados, sistemas 1D, 2D y 3D).
- Métodos de aproximación (perturbaciones estacionarias, método variacional, aproximación semiclásica, transiciones, colisiones).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe: *Mécanique Quantique*, Hermann, París (1973); edición en inglés: *Quantum Mechanics*, Wiley Interscience (1977).
- A. Galindo, P. Pascual: *Mecánica Cuántica*, 2 vol., Eudema Universidad, Madrid (1989); edición en inglés: *Quantum Mechanics*, 2 vol., Springer-Verlag (1989 y 1990).
- L. Schiff: *Quantum Mechanics*, McGraw-Hill, New York, 3a edición (1968).
- F. Schwabl: *Quantum Mechanics*, Springer-Verlag (2002); *Advanced Quantum Mechanics*, Springer-Verlag (1999).
- L.E. Ballentine, *Quantum Mechanics*, Prentice Hall (1990).

METODOLOGÍA DOCENTE:

Clases magistrales y propuesta de problemas de cuyas soluciones se da acceso completo a los alumnos, estimulando así su iniciativa investigadora y el trabajo personal. Eventualmente, según el desarrollo de la planificación docente, se contempla la posibilidad de proponer otro tipo de prácticas (laboratorio de Física Computacional).

EVALUACIÓN:

Examen preferentemente práctico (cuestiones y problemas que versen sobre aspectos básicos y aplicaciones de la asignatura).

OBSERVACIONES:

La asignatura se basa en conocimientos adquiridos por los alumnos en la asignatura “Física Cuántica”, y continúa en la “Mecánica Cuántica Avanzada”, la “Teoría Cuántica de Campos”, los “Fenómenos Colectivos”, la “Física Nuclear y de Partículas”, los “Procesos Atómicos” etc.

102860**343 MECÁNICA TEÓRICA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6**PROGRAMA:**

Exponer la formulación hamiltoniana de la Mecánica Clásica, así como su relación con otras partes de la Física, y establecer los principios generales del medio continuo de modo que se puedan particularizar a diferentes tipos de medios.

1.-Ecuaciones canónicas de Hamilton.

2.-Transformaciones canónicas, paréntesis de Poisson y leyes de conservación en la formulación hamiltoniana.

3.-Teoría de Hamilton-Jacobi.

4.-Teoría de perturbaciones canónica e introducción al movimiento caótico.

5.-Cinemática del medio continuo.

6.-Dinámica del medio continuo.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Arnold, V.I., *Mecánica Clásica: Métodos Matemáticos*, Parinfo, 1983.

Fung, Y.C., *Foundations of Solid Mechanics*, Prentice-Hall, 1965

Goldstein, H., *Mecánica Clásica* (2ª. edición), Reverté, 1987

Landau, L.D. y Lifshitz, E.M., *Mecánica*, Reverté, 1988.,'

Landau, L.D. y Lifshitz, E.M., *Mecánica de Fluidos*, Reverté, 1986.

Landau, L.D. y Lifshitz, E.M., *Teoría de la elasticidad*, Reverté, 1969.

Lichtenberg, A.J. y Leibennan, M.A., *Regular and stochastic motion*, Springer-Verlag, 1983.

Malvern, L.E., *Introduction to the mechanics of a continuous medium*, Prentice-Hall 1969.

Meirovitch, L., *Methods of analytical dynamics*, McGraw-Hill, 1970.

Rañada, A., *Dinámica clásica*, Alianza 1990.

Saletan, E.J. y Cromer, A.H., *Theoretical mechanics*, Wiley 1971.

EVALUACIÓN:

De naturaleza teórico-práctica.

102861 344 ELECTRODINÁMICA CLÁSICA

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	309,310,302
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

- 1.- Ecuaciones de Maxwell.
- 2.- Relatividad especial y covariancia de las ecuaciones de Maxwell.
- 3.- Formulación lagrangiana de la electrodinámica clásica.
- 4.- Simetrías y cantidades conservadas.
- 5.- Ondas electromagnéticas.
- 6.- Radiación de cargas en movimiento.
- 7.- Desarrollos multipolares.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- J. D. Jackson. *Classical Electrodynamics*. 3 ed. Wiley and Sons. N. Y. (1999).
- L.D. Landau y E.M. Lifshitz. *Teoría clásica de campos*. Reverté. Barcelona (1986).
- F. Rohrlich. *Classical charged particles*. Addison-Wesley. Londres. (1990).
- Bo Thidé. *Classical Electrodynamics*. <http://www.plasma.uu.se/CED/Book/index.html>

EVALUACIÓN:

El examen consistirá en una prueba escrita, de carácter teórico-práctico. Para aprobar la asignatura será imprescindible el haber realizado las prácticas que tendrán lugar a lo largo del curso.

102862 345 FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Troncal

Asignaturas que se recomienda haber cursado

366,323,324

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

Créditos: 6

PROGRAMA:

Se pretende proporcionar una introducción a los aspectos estructurales más importantes de los sólidos, especialmente vibraciones de las redes y estructuras electrónicas, y su relación con distintas propiedades.

1. **Física del Estado Sólido.** Cristales. Difracción.
 2. **Cohesión en los sólidos.** Tipos de sólidos según el enlace.
 3. **Vibraciones de las redes cristalinas.** Aproximación armónica. Fonones. Calor específico. Modelos de Einstein y Debye. Temperatura de Debye.
 4. **Electrones en cristales.** Modelo de electrones libres. Potencial periódico. Bandas de energía. Metales aisladores y semiconductores. Dinámica de electrones.
 5. **Propiedades dieléctricas.** Polarización. Campo eléctrico macroscópico y local. Ferroelectricidad.
 6. **Propiedades magnéticas de los sólidos.** Diamagnetismo y paramagnetismo. Ferromagnetismo.
 7. **Superconductividad.** Fenómenos fundamentales. Introducción a la teoría BCS.
 8. **Sólidos reales.** Defectos. Defectos puntuales y dislocaciones.
- Laboratorio.**

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Solid State Physics. H. Ibach, H. Lüth. Ed. Springer
- Introducción a la Física del Estado Sólido. C. Kittel. Ed. Reverté, 1993
- Solid State Physics. H. P. Myers. Ed. Taylor & Francis
- Solid State Physics. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin. Ed. Saunders College.
- The wave mechanics of electrons in metals. S. Raimen. Ed. North Holland, 1970.

EVALUACIÓN:

Se realizará un único examen al final de la asignatura, el cual constará tanto de aspectos prácticos como de contenidos teóricos.

Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 15 de octubre de 2010

102863 346 FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Obligatoria

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	323,324,342
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	360,361

PROGRAMA :

I) : Física Atómica.

- TEMA 1. Átomos polielectrónicos. Campo central. Orbitales. Configuraciones. Resolución numérica de las ecuaciones radiales. El modelo estadístico de Thomas -Fermi. Aplicaciones. El campo autoconsistente de Hartree y Hartree-Fock. Principios variacionales.
- TEMA 2. La interacción electrostática residual. El acoplamiento de Russell-Saunders. Energías de los términos. La interacción espín-órbita. Energía de los niveles y regla de Landé.
- TEMA 3. Efecto de campos externos eléctricos y magnéticos sobre el átomo. Efecto Stark . Efectos Zeeman y Paschen-Back.

II). Física Molecular.

- TEMA 1. Aproximación de Bohr-Oppenheimer. Estructura electrónica de moléculas diatómicas. Curvas de potencial. Ejemplos .
- TEMA 2. Vibración y rotación en moléculas diatómicas. Determinación de las energías de vibración y rotación. Constante de anarmonicidad. Distorsión centrífuga.

III). Emisión y Absorción de Radiación por Átomos Y Moléculas.

- TEMA 1. Emisión dipolar eléctrica. Fuerza de línea y fuerza de oscilador. Probabilidades de transición. Reglas de selección en átomos.
- TEMA 2. Espectros de moléculas diatómicas. Transiciones rotacionales, vibro-rotacionales y electrónicas. Factores de Franck-Condon. Intensidades de líneas y de bandas .

TEXTOS RECOMENDADOS.

- Physics of atoms and molecules. B.H. Bransden y C.J. Joachain. Longman Scientific and Technical. 1991.
- Atoms and Molecules. M. Weissbluth. Academic Press. New York. 1978.
- Atomic Spectra and Radiative Transitions. I.I. Sobelman. Springer Verlag, Berlín 1992.

EXAMENES.

El examen consistirá en una prueba escrita en el que se incluirán partes teóricas y prácticas. Por otra parte también se tendrán en cuenta en la evaluación final la labor realizada en el laboratorio y los ejercicios realizados a lo largo del curso. Es obligatoria la realización de prácticas de laboratorio.

102864 347 FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1^{er} **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

PROGRAMA:

Asignaturas que se recomienda haber cursado	323,324,342
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	359, 376

Física nuclear:

Propiedades generales de los núcleos. Estudio del deuterón. Difusión nucleón-nucleón. Fuerzas nucleares y simetrías. Modelo del gas de Fermi. Modelo de capas. Modelos colectivos. Procesos de desintegración alfa, beta y gamma. Fisión. Reacciones nucleares. Fusión. Aplicaciones de la física nuclear: desde la medicina hasta la nucleosíntesis estelar.

Partículas:

Aspectos generales de las partículas elementales. Interacciones: fuertes, débiles y electromagnéticas. Discusión de algunos aspectos de la física experimental. Leyes de conservación y números cuánticos. Estructura de las partículas elementales: las familias. Hadrones, quarks y leptones. Modelos teóricos para las interacciones de partículas elementales.

TEXTOS RECOMENDADOS:

W.N. Cottingham, D.A. Greenwood: *An Introduction to Nuclear Physics*. Cambridge Univ. Press, 1990

K.S. Krane. *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley, New York, 1988

R. Fernández Alvarez-Estrada y M. Ramón Medrano. *Partículas Elementales*. Eudema (Grupo Anaya), Madrid, 1988

W.S.C. Williams. *Nuclear and Particle Physics*. Oxford Univ.Press, Oxford, 1990

EVALUACION:

Prácticas y exámenes finales que constarán de cuestiones y problemas.

102865 348 ELECTRÓNICA I

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1^{er} / 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	345,315,316,321,322
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	349

PROGRAMA:

1. Semiconductores en equilibrio

Estructuras cristalinas. Bandas de energía en sólidos. Conducción en sólidos. Materiales semiconductores. Densidad de estados. Semiconductores intrínsecos. Dopado de semiconductores.

2. Semiconductores fuera del equilibrio

Movimiento de portadores en campos eléctricos. Efecto Hall. Corrientes de difusión. Generación y recombinación de portadores. Ecuación de continuidad. Aplicaciones de los semiconductores.

3. Unión P-N

Unión en equilibrio. Unión en polarización. Circuito equivalente de la unión.

4 Aplicaciones de la unión P-N

Rectificadores. Sensores de temperatura. Células solares. Diodos PIN. Emisores de radiación.

5. Transistor Bipolar

Estructura y principio de operación. Corrientes y parámetros característicos. Modelo de Ebers-Moll. Características del transistor.

6. Aplicaciones de los transistores

Nociones básicas de amplificación. Amplificadores monoetapa. Amplificadores multietapa. Respuesta en frecuencia de los amplificadores.

7. Transistor MOSFET

Estructura MOS ideal. Transistor MOSFET. Circuito equivalente. Amplificadores con transistores MOSFET.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. Albella J. M. y Martínez Duart J. M. “ *Fundamentos de Electrónica Física y Microelectrónica*”, Addison Wesley, 1996.
2. Neamen D.A., “*Semiconductor Physics and Devices*”, Irwin, 1992
3. Sze S. M. , “*Semiconductor devices. Physics and technology*” John Wiley and Sons, 1985
4. Tyagi M.S., “*Introduction to Semiconductor Material and Devices*”, John Wiley and Sons, 1991

EVALUACIÓN:

Se realizará un examen de cuestiones teóricas y problemas.

102866 349 ELECTRÓNICA II

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1^{er} /2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	348
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Breve descriptor: Sistemas analógicos amplificadores y osciladores. Electrónica Digital

Requisitos:

Objetivos: Comprensión por parte del alumno de los circuitos tanto analógicos como digitales, sus aplicaciones y sus técnicas de fabricación.

Contenidos temáticos:

Resumen de teoría de circuitos. Amplificadores Operacionales. Filtros. Transistores. Circuitos digitales.

Actividades docentes: Exposición teórica, problemas, prácticas

Evaluación: Examen teórico-práctico.

Bibliografía básica:

- J. Millman, A. Grabel, "Microelectrónica", Hispaano-Europea, 1993.
- T.L. Floyd, "Fundamentos de Sistemas Digitales", Prentice Hall, 1997.
- D. Schilling, C. Belove, "Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados", McGraw Hill, 1993.
- M.N. Horenstein, "Microelectrónica: Circuitos y Dispositivos", Prentice Hall, 1997.

102867 350 AMPLIACIÓN DE QUÍMICA**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

- 1. Cinética formal.** Velocidad de reacción. Métodos experimentales de caracterización. Ecuaciones integradas. Dependencia de la velocidad con la temperatura. Reacciones elementales y complejas.
- 2. Reacciones complejas.** Reacciones cerca del equilibrio químico: reacciones reversibles. Reacciones paralelas. Reacciones consecutivas: estado estacionario y preequilibrio. Mecanismos de reacción. Reacciones unimoleculares en gases: mecanismo de Lindeman-Hinshelwood. Energía de activación en una reacción compleja. Reacciones en cadena: reacciones explosivas y de polimerización. Reacciones en disolución.
- 3. Dinámica molecular de reacciones.** Teoría de colisiones en gases: Secciones eficaces reactivas. Teoría del complejo activado. Dinámica molecular: superficies de energía potencial. Métodos experimentales.
- 4. Catálisis homogénea.** Catálisis y catalizadores. Catálisis ácido-base específica y general. Catálisis enzimática: mecanismo de Michaelis-Menten. Autocatálisis. Reacciones oscilantes: mecanismos.
- 5. Procesos fotofísicos y fotoquímicos.** Interacción materia-radiación. Leyes fundamentales. Procesos fotoquímicos primarios. Reacciones fotoinducidas. Transiciones radiativas y no radiativas. Distribución intramolecular de energía. Procesos secundarios. Estado fotoestacionario. Ejemplos.
- 6. Interacción gas-sólido: Fisisorción.** Interacciones gas-superficie- Composición de la superficie sólida: defectos superficiales y técnicas de caracterización. Adsorción física de gases: isoterma B.E.T. Determinación de áreas superficiales. Dinámica de procesos superficiales: velocidades de adsorción y desorción.
- 7. Quimisorción y catálisis heterogénea.** Enlace químico con la superficie: modificación estructural de la superficie. Isotermas de Langmuir y de Freundlich. Coadsorción. Quimisorción y actividad catalítica. Mecanismos de Langmuir-Hinshelwood y de Eley-Rideal. Tipos de catalizadores y ejemplos de reacciones catalizadas.
- 8. Electroquímica de equilibrio. I** Funciones termodinámicas de formación de iones. Potencial químico. Estados de referencia. Coeficiente de actividad iónico medio. Teoría de Debye-Hückel.
- 9. Electroquímica de equilibrio. II** Procesos de transferencia de carga: células galvánicas y electrolíticas. Potenciales estándar. Tipos de células. Termodinámica de células galvánicas: ecuación de Nernst. Potencial de difusión. Baterías primarias y secundarias. Células de combustible.
- 10. La interfase electrificada.** La interfase electrodo-electrolito. Diferencias de potencial en las interfases electrificadas. Electrodos idealmente polarizables y no polarizables. Electrocapilaridad. Capacidades de interfase. La doble capa rígida y doble capa difusa. Modelo de Stern. - Procesos electrocinéticos.
- 11. Cinética electroquímica. I** Velocidad de transferencia de carga: ecuación de Butler-Volmer. Sobrepotencial y polarización. Aproximaciones a campo alto y bajo. Sobrepotencial de concentración: modelo de Nernst. Densidad de corriente límite. Polarografía.
- 12. Cinética electroquímica. II** Células electrolíticas. Predicción de las reacciones de electrólisis. Electrodeposición. Velocidad de los procesos electroquímicos. Corrosión: velocidad de corrosión y eliminación de la corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

- Química Física, P.W. Atkins, Ediciones Omega, Barcelona, 1999.
- Fisicoquímica, I.N. Levine, McGraw Hill, Madrid, 2004.
- Physical Chemistry, D.A. McQuarrie, J.D. Simon, Univ. Sci. Books, California, 1997.
- Chemical Kinetics and Dynamics, J.I. Steinfeld, J.S. Francisco, W.L. Hase, Prentice Hall, New Jersey 1999.
- Fundamentos de Cinética Química, S.R. Logan, Addison-Wesley, 2000.
- Physical Chemistry of Surfaces, A.W. Adamson, Wiley, New York, 1997.
- Electrochemistry, C.M.A. Brett, A.M. Oliveira, Oxford, New York, 1993.
- Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, Wiley, New Jersey, 2005.

EVALUACIÓN

Será imprescindible para aprobar la asignatura la realización un examen final en junio o en septiembre, en el día y hora señalado por la Facultad de CC. Físicas para su realización. Se tendrán en cuenta en la evaluación otras actividades como la realización y presentación de trabajos y la resolución de problemas.

102868 351 FÍSICA COMPUTACIONAL

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	309,310
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Breve descriptor:

Métodos numéricos para ecuaciones algebraicas y diferenciales. Introducción a métodos de Monte Carlo.

Requisitos:

Los conocimientos de diferenciación, integración, matrices y ecuaciones diferenciales que proporcionan las asignaturas troncales.

Objetivos:

1/ Aprender y dominar en la práctica los métodos numéricos más importantes para resolver: ecuaciones y sistemas de ecuaciones algebraicas; problemas de valores iniciales y de contorno en una dimensión y las ecuaciones del calor y de Poisson en dos dimensiones.
Esto incluye adquirir una cierta destreza en la preparación de códigos Maple que implementen dichos métodos.

2/ Entender las propiedades básicas de las secuencias de números aleatorios (generación, calidad) y algunas de sus aplicaciones a problemas físicos.

Contenidos temáticos:

1. Resolución numérica de ecuaciones algebraicas. 2. Integración numérica. 3. Métodos numéricos para problemas diferenciales iniciales. 4. Métodos numéricos para problemas diferenciales de contorno. 5. Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. 6. Introducción a métodos de Monte Carlo.

Actividades docentes:

Clases teóricas y de problemas, ayudadas con ordenador portátil y cañón. Prácticas en el Laboratorio de Física Computacional.

Evaluación:

Entrega de ejercicios, prácticas y prueba escrita.

Bibliografía básica:

A.L. García: *Numerical methods for physics*, Prentice hall 2007.

R.J. Le Veque: *Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, Steady State and Time Dependent Problems*, SIAM 2007.

D.E. Knuth: *The art of computer programming*, vol. 2, Addison-Wesley 1997.

W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky y Y.W.T. Betterling: *Numerical Recipes in C*, Cambridge University Press, 1991

K. Binder y D.W. Herman, *Monte Carlo Simulation in Statistical Physics*, Springer, 1997.

Otra información relevante:

Se usará como lenguaje de programación Maple, el cual se proporcionará al alumno.

102869 352 TEORÍA DE GRUPOS

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Geometría Diferencial

PROGRAMA:

- 1.- Nociones de grupos finitos.** Representaciones irreducibles. Caracteres.
- 2.- Grupos de Lie.** Grupos de matrices. Álgebras de Lie.
- 3.- Grupos de rotaciones, Lorentz y Poincaré.** Estructura y representaciones.
- 4.- Álgebras de Lie semisimples.** Raíces y pesos. Clasificación.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Básicos:

- M. Tinkham: Group theory and quantum mechanics, Dover, 2003
- J.F. Cornwell: Group theory in physics, Academic Press, 1984
- M. Hamermesh: Group theory and its application to physical problems, Dover, 1989

Avanzados:

- J.E. Humphreys: Introduction to Lie algebras and representation theory. Springer, 1972
- I. M. Gel'fand, R. A. Minlos and Z. Ya. Shapiro: Representations of the rotation and Lorentz groups and their applications. Pergamon Press, 1963
- C. Chevalley: *Theory of Lie Groups*. Princeton University Press, 1999

EVALUACIÓN:

Problemas propuestos durante el curso y examen final

102870 353 MECÁNICA CUÁNTICA AVANZADA**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Breve descriptor: Teoría general de perturbaciones (interacción materia-radiación electromagnética). Teoría general de colisiones. Aproximación semiclásica. Integración sobre caminos.

Requisitos: Se recomienda haber cursado la asignatura optativa variable compleja

Objetivos: La asignatura tiene un enfoque esencialmente práctico. Los principales objetivos son:

- Aprender a calcular correcciones de primer y segundo orden con perturbaciones dependientes del tiempo.
- Entender las implicaciones de la composición de momentos angulares en las reglas de selección para transiciones multipolares atómicas.
- Calcular secciones eficaces diferenciales y totales en la aproximación de Born.
- Comprender las implicaciones de unitariedad de la matriz S y del teorema óptico.
- Calcular los desfases producidos por potenciales centrales para ondas esféricas.
- Aprender a usar la aproximación semiclásica en problemas sencillos.
- Comprender el significado de la integral de camino.

Contenidos temáticos:

1: Perturbaciones dependientes del tiempo - Imagen de interacción - Probabilidad de transición y aproximación de Born: Ejemplo: el oscilador armónico en un campo eléctrico.- Regla de oro de Fermi para perturbaciones constantes.- Regla de oro de Fermi para perturbaciones armónicas. Resonancias. Ejemplo: Interacción materia-radiación clásica. Absorción y emisión estimulada: reglas de selección y de suma. El efecto fotoeléctrico - Aproximación repentina - Aproximación adiabática. Ejemplo: el oscilador armónico forzado.

2: Colisiones - Introducción.- Difusión simple: Estados y amplitudes de colisión. Estados estacionarios de colisión y ecuaciones de Lippmann-Schwinger. Matriz S : definición, unitariedad y conservación de la energía. Operador T de transición. Teorema óptico. Aproximación de Born (ejemplo: potenciales coulombiano y de Yukawa). Comportamiento asintótico de la función de ondas. Potenciales centrales: ondas parciales y desfases. Cálculo de los desfases.

3. Aproximación semiclásica.- Introducción.- Desarrollo WBK en problemas unidimensionales.- Soluciones básicas WBK.- Fórmulas de conexión.- Estados ligados y espectro WBK.- Coeficientes WBK de reflexión y transmisión.- Problemas radiales: espectro y desfases WBK.

4. Introducción a las integrales de caminos.- Motivación.- Propagadores simples: libre y armónico-Fórmula de Feynman-Kac y energía fundamental.

Actividades docentes: Ver información en GEA

Evaluación: Entrega de problemas resueltos y prueba escrita.

Bibliografía: No se seguirá ningún texto en concreto. Sin embargo, toda la materia cubierta en clase (y mucho más) puede encontrarse en las siguientes referencias (**Ver más detalles en GEA**)

Básicas:

C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë: *Quantum Mechanics*, vol. 2, John Wiley & Sons (Nueva York 1977).

L.I. Schiff: *Quantum mechanics*, McGraw-Hill (Tokio 1968).

J.J. Sakurai: *Modern quantum mechanics*, Addison-Wesley (Nueva York 1994).

Avanzadas:

A. Galindo y P. Pascual: *Quantum mechanics*, vols. 1 y 2, Springer-Verlag (Heidelberg 1990).

R.G. Newton: *Scattering theory of waves and particles*, Dover Publications (Minnesota, 2002), 2ª edición.

Complementarias:

L. Landau y E. Lifshitz: *Mecánica cuántica*, Reverté (Barcelona 1986).

Ver otra información relevante en GEA

102871 354 TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

Curso: 5º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	342,353,344,341
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	363

Breve descriptor:

Cuantificación de campos libres: Electromagnético, Klein-Gordon, Dirac. Interacción de átomos con fotones: Electrodinámica cuántica relativista y aplicaciones.

Requisitos:

Se da por supuesto que el alumno ha aprobado Física Cuántica I y II.

Se recomienda haber cursado las asignaturas de Mecánica Teórica, Mecánica Cuántica, Mecánica Cuántica Avanzada, Electrodinámica Clásica y Física Estadística.

Objetivos:

1. Complementar la formación acerca del mundo físico, a escala microscópica, proporcionada por las asignaturas mencionadas en el apartado de Requisitos con ese propósito el curso incluye el estudio de la interacción de átomos con fotones.
2. Introducir al estudio de entidades microscópicas relativistas, concentrándose en fotones, electrones y positrones (electrodinámica cuántica relativista).
3. Hay un propósito dual en la formación que este curso pretende proporcionar, en relación con otras materias o asignaturas. Por un lado, este curso sería una introducción a las teorías gauge y así a su continuación natural, que es el curso de Partículas Elementales (2º cuatrimestre). Por otro lado, este curso pretende proporcionar formación básica que pueda ser útil en óptica cuántica, teoría cuántica del estado sólido, astrofísica.. Con este último propósito, a lo largo del curso se incluirán breves explicaciones de otras situaciones físicas en las que la cuantificación de campos es relevante.

Contenidos temáticos:

1. Cuantificación del campo electromagnético libre.
2. Interacción de átomos con fotones.
3. Mecánica cuántica relativista: Ecuaciones de Klein-Gordon y Dirac.
4. Cuantificación de los campos de Klein-Gordon y Dirac.
5. Electrodinámica cuántica relativista: Teoría de perturbaciones, diagramas de Feynman. Procesos en segundo orden: probabilidades de transición y secciones eficaces. Breve introducción a la renormalización.

Actividades docentes:

1. Clases teóricas
2. Propuesta de ejercicios para realizar y que se entregarán resueltos durante el curso.

Evaluación:

Se basará en gran parte en el examen final. La evaluación del conjunto de los ejercicios entregados durante el curso proporcionará una valoración adicional, y contribuirá a la calificación total obtenida en el curso.

Bibliografía básica:

Libros generales:

- M.E. Peskin and D.V. Schroeder: *An introduction to Quantum Field Theory*, Addison-Wesley.
 C. Itzykson and J.B. Zuber: *Quantum Field Theory*, Mc Graw-Hill.
 S. Weinberg: *The Quantum Theory of Fields*, vol. I and II. Cambridge University Press.
 L.D. Landau, E. Lifchitz: *Teoría Cuántica Relativista*. Editorial Reverté.

Para cada tema concreto se añadirán otras referencias específicas a lo largo del curso

102872 355 RADIOFÍSICA**Curso:** 4º/5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**Esta asignatura puede ser cursada en cuarto o quinto curso.****PROGRAMA:**

- 1) Producción y propiedades de los rayos X.- Radiación característica. Radiación de frenado. Tubos de rayos X.
- 2) Conceptos básicos de Física Nuclear.- Desintegración alfa, beta y gamma. Fisión y Fusión nuclear. Leyes de desintegración. Activación de isótopos.
- 3) Producción de radiaciones de alta energía.- Aceleradores electrostáticos. El ciclotrón. El sincrotrón. Aceleradores lineales. Otros métodos de aceleración.
- 4) Interacción de radiaciones ionizantes con la materia I: rayos X y gamma.- Efecto fotoeléctrico. Scattering Thomson. Scattering Rayleigh. Efecto Compton. Producción de pares.
- 5) Interacción de radiaciones ionizantes con la materia II: Partículas cargadas.- Pérdidas de energía por ionización. Bremsstrahlung. Emisión de radiación Cherenkov.
- 6) Detección y medida de radiaciones I: Instrumentación.- Detectores de gas. Centelleadores. Detectores semiconductores. Detectores de neutrones. Electrónica y procesamiento de impulsos. Estadística de recuento.
- 7) Detección y medida de radiaciones II: Dosimetría.- Definiciones. Cantidades y unidades. Determinación de la dosis absorbida. Técnica de Monte Carlo. Protección frente a la radiaciones.
- 8) Aplicaciones.- Medicina: diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Aplicaciones cronológicas. Detectores de partículas de alta energía. Telescopios de rayos gamma. Otras aplicaciones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- 1) Glenn F. Knoll: Radiation Detection and Measurement. John Wiley and Sons (1979)
- 2) H. E. Johns and J.R. Cunningham: The Physics of Radiology. Charles C. Thomas Press (1983)
- 3) D. W. Andersen: Absorption of Ionizing Radiation. University Park Press (1984)
- 4) W. R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. Springer-Verlag (1987)

EVALUACIÓN: Examen escrito que incluirá una parte teórica y otra práctica. Se valorará la labor realizada en el laboratorio así como los trabajos realizados a lo largo del curso.

OBSERVACIONES: Aún no siendo necesaria para ninguna especialidad específica es de gran interés para todas ellas por sus múltiples aplicaciones. Además proporciona las bases para la especialización profesional de Radiofísico.

<http://top.gae.ucm.es/radiofisica/>

102873 356 SISTEMAS FUERA DEL EQUILIBRIO

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	314,320,341,370
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Dinámica de Fluidos

PROGRAMA:

1. **Ecuación de Boltzmann.** Derivación. Solución de equilibrio local: Maxwelliana. Teorema H y sus consecuencias. Producción de entropía.
2. **Aplicaciones.** Plasmas. Semiconductores. Aislantes.
3. **Ecuaciones de la dinámica de fluidos.** Ecuación de Euler. Disipación en fluidos. Coeficientes de transporte. Ecuación de Navier-Stokes.
4. **Modos normales y coeficientes de transporte.** Linealización de las ecuaciones de los fluidos. Modos normales, ondas sonoras y modos de cizalla. Fórmulas de Green-Kubo.
5. **Funciones de correlación temporal.** Definición y propiedades. Teoría de la respuesta lineal. Fluctuaciones hidrodinámicas. Teoría de Landau-Placzek.
6. **Movimiento Browniano. Procesos Estocásticos.** Descripción macroscópica y microscópica. Teoría de Einstein. Coeficiente de difusión. Descripción de Langevin. Definición y propiedades de los procesos estocásticos. Teoría de Langevin del movimiento Browniano. Teorema de fluctuación-disipación.
7. **Ecuación de Fokker-Planck.** Funciones de probabilidad y su dinámica. Procesos de Markov. Ecuación de Fokker-Planck.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- R. Balescu, *Equilibrium and Non-equilibrium Statistical Mechanics*, John Wiley and Sons, 1975.
- J. Keizer, *Statistical Thermodynamics of Nonequilibrium Processes*, Springer Verlag, 1987.
- P. Resibois y M. de Leener, *Classical Kinetic Theory of Fluids*, John Wiley and Sons, 1977.

EVALUACIÓN: Los exámenes (junio y septiembre) constarán de ejercicios y problemas en los que el alumno podrá utilizar los apuntes de clase.

102874 357 ÓPTICA ESTADÍSTICA**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Los correspondientes a las asignaturas Óptica I y Óptica II de la licenciatura en Ciencias Físicas.

OBJETIVOS:

La profundización en la teoría escalar clásica de la difracción, teoría clásica de la coherencia parcial, revisión de interferómetros básicos y aplicaciones.

PROGRAMA:

1. Ecuaciones diferenciales para ondas electromagnéticas: Aproximación escalar. Concepto de potencial óptico. Funciones de Green para las ecuaciones de ondas. Principios de la teoría de la difracción. Aproximaciones. Elementos de esparcimiento de ondas.

2. Señales espacio-temporales: Caracterización de una señal temporal. Caracterización de una señal espacial. Sistemas lineales espacio-temporales. Representación analítica de señales temporales. Propiedades estadísticas. Generalización: Señal espacio-temporal no-monocromática.

3. Coherencia óptica: Revisión del interferómetro de Michelson. Revisión del interferómetro de Young. Función de coherencia mutua. Propiedades estadísticas de la función de coherencia mutua. Propagación de la función de coherencia mutua. Magnitudes radiométricas.

4. Correlación de fotones: Parámetro de degeneración. Condiciones de observación. Límite de la descripción clásica de la correlación.

BIBLIOGRAFÍA:

- J. W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, Mc Graw-Hill, New York, segunda edición, 1996.
- L. Mandel y E. Wolf, *Optical Coherence and Quantum Optics*, Cambridge University Press, 1995.
- J. W. Goodman, *Statistical Optics*, John Wiley & Sons, Wiley Series in Pure and Applied Optics, New York, 1985.
- E. L. O' Neill, *Introduction to Statistical Optics*, Dover Publications, Inc., New York, 2nd Edition (corregida), 1993.

OBSERVACIONES:

Esta asignatura tiene asignados 1,5 créditos de laboratorio experimental en el que se realizan prácticas de procesado óptico de la información y de holografía.

EVALUACIÓN: Examen con una parte de teoría y otra parte de cuestiones prácticas. La nota final es la media de ambas calificaciones. El laboratorio puede suponer un punto positivo en la calificación final.

102875 358 GRAVITACIÓN Y COSMOLOGÍA

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	331,365
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Breve descriptor:

Principios de equivalencia. Teoría einsteiniana de la gravitación y sus pruebas clásicas. Colapso gravitacional. Principios cosmológicos. Modelo cosmológico estándar.

Requisitos:

Se recomienda haber cursado las asignaturas Estructura Espacio-Tiempo y Geometría Diferencial Avanzada.

Objetivos:

Entender y manejar los conceptos fundamentales y las ecuaciones básicas del campo gravitatorio en relatividad general y en el modelo cosmológico estándar.

Contenidos temáticos:**1. Gravitación:**

- 1.1 Teoría newtoniana de la gravitación (resumen).
- 1.2 Principio de equivalencia fuerte.
- 1.3 Gravitación y geometría.
- 1.4 Teoría einsteiniana de la gravitación.
- 1.5 Geometría Schwarzschild.
- 1.6 Pruebas clásicas de la TGE.
- 1.7 Ondas gravitacionales.
- 1.8 Colapso gravitacional y agujeros negros.

2. Cosmología:

- 2.1 Principios cosmológicos.
- 2.2 Dinámica cosmológica.
- 2.3 Modelo cosmológico estándar.
- 2.4 Problemas actuales.

Actividades docentes:

Se propondrán, de forma opcional, la realización de trabajos.

Evaluación:

Los exámenes serán de naturaleza mixta teórico-práctica, y se realizarán en la forma que, como de costumbre, fijamos al comenzar las clases de la asignatura tras discutir posibles alternativas con los alumnos.

Bibliografía básica:Estudio:

- N. Straumann: *General Relativity and Relativistic Astrophysics*, Springer-Verlag, 1984.
 S. Weinberg: *Gravitation and Cosmology*, Wiley 1972.
 C.W. Misner, K.J. Thorne and J.A. Wheeler: *Gravitation*, Freeman 1973.
 E.W. Kolb and M.S. Turner: *The Early Universe*, 2ª edición, Addison-Wesley 1994.
 P.J.E. Peebles: *Principles of Physical Cosmology*, Princeton 1993.
 J. Peacock: *Cosmological Physics*, Cambridge 1999.

Consulta:

- C.M. Will: *Theory and Experiment in Gravitational Physics* (revised edition), Cambridge 1993.
 R.M. Wald: *General Relativity*, Chicago 1984.
 Ray d'Inverno: *Introducing Einstein's Relativity*, Oxford 1992.
 S. Hawking and G. Ellis: *The Large Scale Structure of Space-Time*, Cambridge 1973.
 A. Galindo y L. Mas: *Soluciones Exactas en Relatividad General, Colapso Gravitacional y Agujeros Negros*, Editorial UCM, 1983.

102876 359 ESTRUCTURA NUCLEAR

Curso: 5º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

346,342

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

OBJETIVOS:

Conocer y dominar a nivel de resolución de problemas los conceptos y propiedades más importantes de las interacciones, los modelos de estructura del núcleo atómico y los procesos de desintegración nuclear. Conocer a nivel informativo lo que se sabe y las fronteras actuales de la investigación sobre algunos temas selectos relacionados con la estructura nuclear. Adquirir conocimientos más profundos sobre uno de estos temas a elección del estudiante, mediante la realización de un trabajo, con el fin de adquirir experiencia en leer artículos de investigación originales, y en escribir en forma de artículo y exponer en clase los conocimientos adquiridos sobre el tema.

PROGRAMA:

Simetrías del espacio-tiempo en el núcleo atómico e invariancia isobárica. Interacción nucleón-nucleón. Modelos microscópicos del núcleo. Modelo de gas de Fermi. Modelo de capas con partículas independientes. Modelo de capas con interacción residual: mezcla de configuraciones. Movimiento nuclear colectivo. Modelo de la gota líquida. Modelos colectivos. Modelo de bosones en interacción. Desintegraciones alfa, beta y gamma. Fisión nuclear.

Temas selectos (relación tentativa):

- Caos cuántico y dinámica caótica en el núcleo atómico
- Rayos cósmicos
- Fractales y sus aplicaciones en las cascadas atmosféricas de rayos cósmicos.
- El accidente de Chernóbil y el debate nuclear
- Fusión nuclear y el proyecto ITER
- Estudio de CVC a partir de desintegraciones de tipo Fermi superpermitidas
- Los sorprendentes mecanismos de descontaminación de impurezas de isoespín en el núcleo atómico
- Imagen nuclear: PET (imagen tomográfica por emisión de positrones) y SPECT (imagen tomográfica de fotón único)

BIBLIOGRAFÍA:

- *Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics*, k. Heyde (Básico)
- *Introductory Nuclear Physics*, S.S.M. Wong (Introductorio)
- *Nuclear Structure*, Vol. I and II, A. Bohr and B. Motelson (Avanzado)

EVALUACIÓN:

La calificación final consta de un 50 % por un examen convencional de los contenidos del programa, y otro 50 % por la realización, entrega por escrito y presentación oral en clase, de un trabajo sobre un tema selecto acordado con el profesor. Se valora también positivamente la intervención y discusión en las clases convencionales y en las presentaciones de los temas selectos.

102877 360 PROCESOS MOLECULARES

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	323,324,341,346
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	369,373

OBJETIVOS: El conocimiento de las moléculas en interacción con la radiación y con otras moléculas, y la relación con temas como: las nubes interestelares, la atmósfera, diversos láseres, conversión de energía, transferencia de energía en procesos biológicos fundamentales, óptica no lineal, memorias moleculares, etc., el problema de la forma molecular y de ciertas propiedades clásicas (como un problema cuántico fundamental de decoherencia).

PROGRAMA:

1. Introducción.
2. Rotación de moléculas poliatómicas.
3. Modos normales de vibración de moléculas poliatómicas. Simetrías.
4. Efectos en los espectros de rotación pura y de vibración-rotación. Detección de moléculas interestelares.
5. Procesos Raman.
6. Estadística de espín de los núcleos.
7. Estructuras multiestables. Procesos de inversión en moléculas no planas. Rotación interna. Quiralidad.
8. Desdoblamientos por interacciones no adiabáticas.
9. Autofunciones electrónicas de simetría adaptada en moléculas poliatómicas. Configuraciones electrónicas.
10. Transiciones electrónicas radiativas. Procesos no radiativos internos a la molécula y molécula-medio.
11. Resonancia magnética nuclear y de espín electrónico en moléculas. Aplicación al estudio de la conformación y dinámica molecular.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- “Molecular Quantum Mechanics”, P. W. Atkins y R. S. Friedman. Oxford Univ., 3ª edic., Oxford 1997.
- “Espectroscopía Molecular”, Ira N. Levine. Editorial AC, Madrid 1980.
- “Mecánica Cuántica no-relativista”, L.D. Landau y E.M. Lifshitz, Editorial Reverté, Barcelona 1967.
- “Group Theory and Quantum Mechanics”, M. Tinkham. McGraw-Hill, London 1964.
- “Microwave Spectroscopy”, Townes and Schalow, McGraw-Hill, 1955.
- “Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry”, Haken and Wolf, Springer, 1994.

EVALUACIÓN:

A la calificación final contribuirá un examen escrito, los ejercicios entregados, las prácticas realizadas (2), y el desarrollo de una cuestión con posible exposición en clase. La forma de valorar cada una de las partes, algunas voluntarias, se explicará con detalle al inicio del curso y en el campus virtual.

102878 361 PROCESOS ATÓMICOS**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA :**

-TEMA 1. El acoplamiento intermedio en Física Atómica. Los acoplamientos puros y las transformaciones entre ellos. Ejemplos.

-TEMA 2. La interacción de configuraciones. La interacción electrostática en este caso. Los niveles de autoionización. Ejemplos.

-TEMA 3. Cálculo de probabilidades de transición El. Ejercicios en el aula.

-TEMA 4. Transiciones prohibidas. Las transiciones dipolares magnéticas. Reglas de selección. Transiciones cuadrupolares eléctricas. Reglas de selección. Aplicaciones en Metrología y Astrofísica.

-TEMA 5. Excitación de niveles atómicos por colisión con partículas cargadas. Aproximaciones de Born y de Born-Bethe. Cálculo de secciones eficaces. Ejercicios en el aula. Comparación con resultados experimentales y determinación en el Laboratorio.

-TEMA 6. Los átomos muy ionizados. Características de su espectrometría. Métodos de generación de estas especies. Plasmas producidos por láser.

- Seminarios complementarios. La espectrometría de moléculas ligeras y la producción de átomos excitados por disociación.

TEXTOS RECOMENDADOS.

-Atomic Spectra and Radiative Transitions. I.I. Sobelman. Springer Verlag, Berlín 1992.

-Excitation of Atoms and Broadening of Spectral Lines.I.I.Sobelman,L.A.Vainshtein, E.A.Yukov.Springer Verlag.Berlín 1995.

EXAMENES.

-El examen consistirá en una prueba escrita. El mayor peso en la evaluación final corresponderá a la labor realizada en el laboratorio y los ejercicios hechos a lo largo del curso.

102879 362. RELATIVIDAD GENERAL

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	309,310,328,343,344,365
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Geometría pseudo-riemanniana y espacio-tiempo. Métrica. Símbolos de Christoffel. Geodésicas. Isometrías. Tensores de Riemann-Christoffel, de Ricci y de Weyl. Campos de Killing. Espacios de curvatura constante.
2. Ecuaciones de Einstein para el campo gravitatorio. Tensor de energía-momento. Acción de Hilbert-Einstein. Fluidos perfectos y campo electromagnético en relatividad general
3. Simetría esférica. Solución de Schwarzschild exterior. Cantidades conservadas y órbitas. Schwarzschild interior.
4. Campos gravitatorios axisimétricos estacionarios. Solución de Kerr. Agujeros negros. Ecuación de Ernst. Fluidos autogravitantes en rotación estacionaria.
5. Otras soluciones exactas de las ecuaciones de Einstein. Clasificación algebraica del tensor de Weyl: tipos de Petrov. Radiación gravitatoria.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler: *Gravitation*. W.H. Freeman, San Francisco.

A.P. Lightman, W.H. Press, R.H. Price, S.A. Teukolsky: *Problem book in relativity and gravitation*. Princeton University Press, Princeton.

Complementaria:

H. Stephani: *General relativity*. Cambridge University Press, Cambridge.

H. Stephani, D. Kramer, M. MacCallum, C. Hoenselaers, E. Herlt: *Exact Solutions to Einstein's Field Equations (Second Edition)*. Cambridge University Press.

N. Straumann: *General Relativity and Relativistic Astrophysics*. Springer-Verlag, Berlin.

R.M. Wald: *General Relativity*. University of Chicago Press, Chicago.

Clásico sobre geometría riemanniana y pseudo-riemanniana local:

L.P. Eisenhart: *Riemannian Geometry*. Princeton University Press.

EVALUACIÓN:

Examen (con énfasis en la resolución de problemas) y respuestas entregadas a "Problemas para Nota" propuestos durante el curso.

102880 363 FENOMENOS COLECTIVOS

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	341
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Breve descriptor: El problema cuántico de muchos cuerpos. Funciones de Green. Condición KMS, ruptura espontánea de la simetría. Introducción al Grupo de Renormalización. Universalidad. Análisis de diversos modelos.

Requisitos: Se recomienda haber cursado la asignatura de Física Estadística.

Objetivos: Correlaciones, estadística en Física (cálculo e interpretación). Invariancia de escala y fenómenos colectivos. Esquemas de aproximación clásicos (campo medio, series de alta y baja temperatura, etc.) y modernos (Grupo de Renormalización). Estudio numérico de transiciones de fase.

Contenidos temáticos:

1. Comportamiento de Escala. Transiciones de Fase.

Comportamiento de escala y análisis dimensional.- Descripción de una transición de fase. Propiedades generales.- Modelos.- Aproximación de Campo medio.

2. Teoría de Landau.

El Hamiltoniano de Ginzburg-Landau.- Formulación en el continuo. Integrales Funcionales.- Teoría de Landau de las transiciones de fase.- Funciones de correlación.- Validez de la teoría de Landau: el criterio de Ginzburg.- La integral de camino en mecánica cuántica: Relación entre la mecánica estadística y la teoría cuántica de campos.

3. Teoría de Wilson del grupo de renormalización.

Bloques de espín. Superficies críticas y puntos fijos.- Comportamiento de escala en las proximidades del punto fijo: campos de escala, exponentes críticos. Universalidad.- Grupo de renormalización en el espacio real. El modelo de Ising.- Grupo de renormalización en el espacio de momentos. El modelo gaussiano.- Efectos de tamaño finito.

4. Cálculo perturbativo de exponentes críticos: expansión en epsilon.

Desarrollos en serie en 4-d.- Los puntos fijos gaussiano y de Wilson-Fisher.

5. Simulaciones numéricas.

Métodos de Monte Carlo. Algoritmos locales y de Cluster. Técnicas de análisis.- Modelo de Ising.- Campos continuos.- Campos de gauge.

Actividades docentes: Práctica obligatoria (1 crédito) en el Laboratorio de Física Computacional.

Evaluación: Los exámenes consistirán en la resolución de problemas y cuestiones

Bibliografía básica:

1. M. Le Bellac. *Quantum and Statistical Field Theory*. Clarendon Press, Oxford, 1991.
2. J. Cardy. *Scaling and Renormalization in Statistical Physics*. Cambridge University Press, 1996.
3. N. Goldenfeld. *Scaling, Universality and Renormalization Group Theory*. Addison-Wesley, 1992.
4. G. Parisi. *Statistical Field Theory*. Addison-Wesley, 1988.
5. J.J. Binney, N.L. Dowrick, A.J. Fisher and M.E.J. Newman. *The Modern Theory of Critical Phenomena*. Clarendon Press, Oxford, 1992.
6. A.D. Sokal en *Quantum Fields on the Computer*. Editor M. Creutz, World Scientific, 1992.
7. D.J. Amit, V. Martín Mayor, *Fields Theory, the Renormalization Group and Critical Phenomena*. 3rd edition, World Scientific, Singapore, 2005

Otra información relevante: La asignatura tiene fuertes relaciones con la teoría cuántica de campos y la teoría estadística de campos.

102880 364 ANÁLISIS FUNCIONAL

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	300,301,302,309,310,332
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	352,353,354,363,376

Conocimientos previos:

Álgebra lineal, cálculo en variable real y compleja, ecuaciones diferenciales.

OBJETIVOS:

Los temas desarrollados en el curso pretenden dotar al alumno de una base elemental pero rigurosa en las aplicaciones de la teoría de espacios de Hilbert y de distribuciones a la Física.

PROGRAMA:

I. Integral de Lebesgue

1. Introducción a la teoría de la medida
2. Integración

II. Espacios lineales normados

1. Espacios métricos
2. Espacios de Banach
3. Espacios de Hilbert
4. Bases ortonormales y series de Fourier

III. Operadores lineales en espacios de Hilbert

1. Operadores acotados
2. Espectro de operadores

IV. Distribuciones y transformada de Fourier

1. Espacios de funciones suaves
2. Distribuciones. Producto de convolución
3. Transformada de Fourier. Aplicaciones

BIBLIOGRAFÍA:

- N. Boccara, *Functional Analysis. An Introduction for Physicists*. Academic Press, Boston, 1990.
 L. Abellanas, A. Galindo, *Espacios de Hilbert (Geometría, Operadores, Espectros)*. Eudema, Madrid, 1987.
 E. Kreyszig, *Introductory Functional Analysis with Applications*, Wiley, New York, 1978
 V.S. Vladimirov, *Equations of Mathematical Physics*, Marcel Dekker, New York, 1971
 M. Reed, B. Simon, *Methods of Modern Mathematical Physics, vols I, II*. Academic Press, New York, 1972.

EVALUACIÓN:

Problemas entregados y una prueba escrita sobre los temas desarrollados en el curso.

OBSERVACIONES:

El contenido de la asignatura es básico en Física Teórica.

102882 365 GEOMETRÍA DIFERENCIAL AVANZADA**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Breve descriptor : Formas diferenciales. Cálculo exterior. Conexiones. Geometría riemanniana y pseudo-riemanniana. Aplicaciones.

Requisitos : Teoría de operadores lineales sobre un espacio vectorial de dimensión finita. Cálculo diferencial sobre $\mathbb{R}^n$.

Objetivos : Introducir al estudiante en los conceptos y técnicas de la Geometría Diferencial y sus aplicaciones en Física.

Contenidos temáticos :

1. Variedades diferenciables: Espacio de funciones diferenciables entre variedades. Estructuras diferenciables difeomorfas. Espacios tangente. Espacios cotangente. Subvariedades.
2. Campos vectoriales. Campos de formas diferenciales. Fibrados tensoriales. Diferencial exterior. Derivada de Lie
3. Integración sobre variedades. Lema de Poincaré. Complejo de de Rham.
4. Grupos de Lie: Subgrupos de Lie. Subgrupos cerrados de un grupo de Lie. Álgebra de Lie de un grupo de Lie. Formas diferenciales invariantes.
5. Conexiones en el fibrado tangente. Derivación covariante. Torsión. Curvatura. Identidad de Bianchi. Transporte paralelo. Holonomía. Geodésicas.

TEXTOS RECOMENDADOS

- Y. Choquet-Bruhat, C. DeWitt-Morette, *Analysis, Manifolds and Physics. Part I.*
- M. Spivak, *A comprehensive Introduction to Differential Geometry.*
- M. Berger, B. Gostiaux, *Differential Geometry: Manifolds, Curves and surfaces.*
- C. von Westenholz, *Differential Forms in Mathematical Physics.*

EVALUACIÓN:

Examen escrito sobre el programa explicado.

102883 366 FUNDAMENTOS DE ASTROFÍSICA

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

329

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

375

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Astrofísica (Primer ciclo)**PROGRAMA:**

- 1.- Fotometría estelar. Luminosidad. Magnitudes aparentes y absolutas. Índices de color. Extinción atmosférica.
- 2.- Temperaturas estelares. El cuerpo negro. Relación color-temperatura.
- 3.- Observación y análisis de los espectros estelares. Clasificación espectral de las estrellas. Clases de Luminosidad. Diagrama de Hertzsprung-Russell (H-R).
- 4.- Estrellas binarias y parámetros estelares. Binarias visuales: relación Masa-Luminosidad. Binarias espectroscópicas: curva de velocidades radiales. Binarias eclipsantes o fotométricas: curva de luz. Sistemas binarios con componentes próximas entre sí.
- 5.- Estrellas variables. Análisis de las estrellas pulsantes. Variables eruptivas o explosivas: novae y supernovas.
- 6.- Evolución estelar. Formación de estrellas. Secuencia principal. Fases evolutivas avanzadas (gigantes rojas). Fases finales (enanas blancas, estrellas de neutrones o pulsares y agujeros negros).
- 7.- El Sol como una estrella. Estructura interna. Atmósfera solar: fotosfera, cromosfera y corona.
- 8.- El Sol activo. Manchas solares. El ciclo solar. Actividad cromosférica. Fulguraciones. Viento solar. Origen de la actividad solar.
- 9.- El medio interestelar. Polvo y gas interestelar. Enrojecimiento interestelar. Exceso de color. Nebulosas interestelares.
- 10.- La Galaxia. Estructura galáctica. Rotación galáctica. La estructura espiral.
- 11.- Las galaxias. Clasificación morfológica. Dimensiones. Luminosidades. Masas.
- 12.- Galaxias con formación estelar intensa. Galaxias activas. Cuasares.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Introduction to stellar astrophysics. Vol.1: Basic stellar observations and data. E. Böhm-Vitense (Ed. Cambridge University Press)
- The New Cosmos. A. Unsöld - B. Baschek (Ed. Springer-Verlag)
- Astronomy: Structure of the Universe. A.E. Roy and D. Clarke (Ed. Adam Hilger Ltd.)
- Fundamental Astronomy. H. Karttunen, P. Kröger, H. Oja, M. Poutanen, K.J. Donner (Eds.) (Springer-Verlag)
- An Introduction to Modern Stellar Astrophysics. D.A. Ostlie, B.W. Carroll (Addison-Wesley Publishing Company, Inc.)

EVALUACIÓN: Examen de teoría y problemas.

102884 367 ASTRONOMÍA OBSERVACIONAL

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	300,301
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	368

CONOCIMIENTOS PREVIOS: Algebra y cálculo a nivel elemental. Mecánica y ondas.

OBJETIVOS: Proporcionar las nociones básicas, relativas a los sistemas de referencia espacio-temporales utilizados en Astronomía, no sólo para localizar los objetos celestes, sino también para estudiar sus movimientos y formular su comportamiento físico. Se incidirá en todos los aspectos de aplicación práctica

PROGRAMA:

Tema 1.- Sistemas de referencia: Coordenadas geográficas. Esfera celeste. Coordenadas horizontales, horarias, ecuatoriales, elípticas, galácticas.

Tema 2.- Sistemas de referencia: Matrices de rotación: Cambio de coordenadas. Movimiento diurno. Movimiento anual del Sol.

Tema 3.- Escalas de tiempo. Tiempo sidéreo. Tiempo universal. Tiempo dinámico. Tiempo atómico. El año. Fecha juliana.

Tema 4.- Movimiento planetario: Elementos orbitales. Efemérides geocéntricas. Movimiento geocéntrico aparente. Fases. Observación de planetas

Tema 5.- Coordenadas geocéntricas: Refracción astronómica. El geoide. Paralaje geocéntrica.

Tema 6.- Coordenadas heliocéntricas: Paralaje anual. Determinación de distancias Aberración anual. Coordenadas aparentes.

Tema 7: Coordenadas medias: Precesión. Nutación astronómica

Tema 8.- Movimientos propios: Conceptos generales. Efecto sobre las coordenadas . Paralaje secular. Movimiento Solar.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Text-Book on spherical Astronomy. W.Smart, Cambridge Univ. Press (6 edición)
- Spherical Astronomy. Green R.M., Cambridge Univ.Press
- Fundamental of Astronomy. C. Barbieri (2006); Taylor & Francis
- Astronomy : Principles and practice. A.E. Roy and D. Clarke. Adam Hilger

EVALUACIÓN:

- Examen de teoría y problemas.
- Se valorará el desarrollo de las prácticas y trabajos hasta un 20%

PRÁCTICAS:

1,5 créditos que se reparten entre, 7.5 horas de problemas, 4 prácticas con ordenador y observaciones nocturnas.

102885 368 DINÁMICA GALÁCTICA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

366,367

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

PROGRAMA

1. **FUNDAMENTOS:** Sistemas de referencia. Distancias. Movimientos propios y velocidad radial. Absorción interestelar. Descripción de la Galaxia.
2. **RECuento DE ESTRELLAS:** Distribución aparente de las estrellas. Métodos de recuentos de estrellas. Distribución de estrellas y composición química. Poblaciones estelares.
3. **EL MOVIMIENTO SOLAR:** El Sistema Local de Reposo. Análisis del movimiento solar. Paralajes secular y estadística.
4. **CINEMÁTICA ESTELAR:** Componentes de la velocidad espacial. Cinemática de las estrellas del disco y del esferoide. Rotación galáctica. Determinación de las constantes de Oort y de la ley general de rotación.
5. **LA DINÁMICA DE NUESTRA GALAXIA:** Cuasicolisiones. Tiempo de relajación. El potencial galáctico. Modelos de la Galaxia.
6. **ÓRBITAS ESTELARES:** Órbitas circulares. Órbitas generales en el plano galáctico. Órbitas tridimensionales. Estructura espiral
7. **DINÁMICA DE CÚMULOS ESTELARES:** Ecuaciones del movimiento. Tiempo de relajación y recorrido libre medio. Desintegración de cúmulos y escape de estrellas. Efectos de la rotación galáctica. Estabilidad.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- *Spherical Astronomy*. R. M. Green. Cambridge University Press
- *Orbital Motion*. A. E. Roy. Adam Hilger
- *Galactic Astronomy*. D. Mihalas & J. Binney. Freeman and Company
- *Galactic Dynamics*. J. Binney & S. Tremaine. Princeton University Press

EVALUACIÓN:

Examen de teoría y problemas. Se valorará la realización de prácticas

102886 369 ASTROFÍSICA ESTELAR (Atmósferas estelares)

Curso: 5º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	366
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	366

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Fundamentos de Astrofísica

PROGRAMA:

- 1.- Parámetros fundamentales de una atmosfera estelar.- Introducción.- Temperatura.- Gravedad en la superficie.- Composición química.
- 2.- Relaciones de equilibrio.- Equilibrio termodinámico.- Distribución de Maxwell.- Ecuación de excitación .- Ecuación de ionización .- Distribución de Planck.
- 3.- Teoría de las atmósferas estelares.- Introducción .- Campo de radiación .- Equilibrio termodinámico local (E.T.L.).
- 4.- Ecuación del transporte radiativo.- Formulación microscópica de la ecuación del transporte radiativo.- Formulación macroscópica.- La función fuente.
- 5.- Simetrías del sistema físico.- Líneas de absorción o líneas de emisión.- Integración de la ecuación del transporte.
- 6.- Los operadores L , Δ , Φ , K , su definición.- Primera relación de Eddington-Barbier.- El operador intensidad media.- Segunda relación de Eddington-Barbier.
- 7.- Atmósfera gris.- Cálculo de la intensidad de la radiación emergente.- La aproximación de difusión .- El caso real: métodos numéricos.
- 8.- Fuentes de opacidad en el continuo.- Relaciones de Milne-Eddington para el continuo.- Absorción continua del hidrógeno.- Absorción continua del ión negativo de hidrógeno.- Absorción continua del helio.- Difusión por electrones libres.
- 9.- Modelos de atmósferas estelares.- Introducción.- Cálculo de un modelo gris.- Determinación del flujo y control del modelo.
- 10.- Anchura equivalente de las líneas espectrales.- Ecuación del transporte radiativo en las líneas espectrales.- Resolución de la ecuación de transporte: Modelo de Milne-Eddington y Modelo de Schuster-Schwarzschild.
- 11.- Ensanchamiento de líneas espectrales.- Ensanchamiento natural.- Anchura Doppler.- Presión de ensanchamiento.
- 12.- Métodos de determinación de abundancias.- Coeficiente de absorción selectivo.- Perfiles sintéticos.- Curvas de crecimiento.
- 13.- Las desviaciones del Equilibrio termodinámico Local (No E.T.L.).- Influencia sobre la opacidad.- Ecuación de equilibrio estadístico.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors. E. Novotny; Oxford University Press
- Introduction to Stellar Astrophysics: Volume 2, Stellar Atmospheres. E. Böhm-Vitense Cambridge University Press
- Stellar Atmospheres (second edit). D. Mihalas ; Editorial: W.H. Freeman and Company

EVALUACIÓN:

Construcción de un modelo de atmósfera estelar. Examen escrito de teoría y problemas.

102887 370 DINÁMICA DE FLUIDOS**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	312,318,314,309,310
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Ecuaciones diferenciales. Mecánica y ondas. Termodinámica básica.

OBJETIVOS:

Proporcionar al alumno una comprensión accesible y al mismo tiempo un tratamiento formal de distintos aspectos relativos a la dinámica de los fluidos. Unas lecciones introductorias permitirán establecer los conceptos e hipótesis de trabajo básicos que diferencian el medio fluido de otros sistemas. Posteriormente se estudiarán distintos fenómenos haciendo hincapié en los principios físicos fundamentales, y presentando las aplicaciones prácticas más interesantes conectadas a otras ramas de la Física y la tecnología.

PROGRAMA:

Tema 1.- Introducción: Características de los fluidos (deformación, viscosidad, compresibilidad). Hipótesis de continuidad. Aspectos formales.

Tema 2.- Cinemática de los fluidos: Descripciones de Euler y Lagrange. Conceptos básicos (líneas de corriente, trayectorias, vorticidad,...). Tensor velocidad de deformación. Teorema de transporte.

Tema 3.- Ecuaciones fundamentales: Ecuación de continuidad. Tensor de esfuerzos. Transporte de momento (Ecuaciones de Euler y Navier-Stokes). Transporte de energía (disipación). Estática de fluidos

Tema 4.- Fluidos perfectos I: Teorema de Bernoulli. Flujo incompresible. Flujo potencial Teorema de Kelvin. Sustentación y arrastre.

Tema 5.- Fluidos perfectos II: Flujo compresible (subsónico y supersónico). Formación de choques. Choques normales y oblicuos.

Tema 6.- Fluidos viscosos I: Soluciones analíticas de la ec. de Navier-Stokes. Semejanza dinámica análisis dimensional. Soluciones aproximadas.

Tema 7.- Fluidos viscosos II: Dinámica de la vorticidad. Capa límite (chorros, estelas).

Tema 8.- Fluidos en rotación: Fuerza centrífuga (figuras de equilibrio). Fuerza de Coriolis (n° de Rossby, movimiento geostrófico, columnas de Taylor).

Temas Complementarios:

* **Ondas:** Acústica. De gravedad superficial. De gravedad interna. Inerciales. De Rossby.

* **Inestabilidades:** Conceptos generales. Inestabilidad de Rayleigh-Taylor. Inestabilidad de Kelvin-Helmholtz. Convección.

* **Turbulencia:** Características del movimiento turbulento. Flujo medio. Descripción estadística. Ecuaciones para el flujo medio (viscosidad turbulenta, longitud de mezcla).

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Fluid Mechanics: Pijush K. Kundu. Academic Press Inc (1990)
- Physical Fluid Dynamics D.J. Tritton. Oxford Science Publications(1988)
- Mecánica de Fluidos: White Frank M. Mac Graw Hill (2003)
- Introducción a la dinámica de fluidos G.K. Batchelor. Dirección General del INM , Ministerio del Medio Ambiente. (Publicación B-37)

EVALUACIÓN: Examen de teoría y problemas. Se valorará:

- El desarrollo y presentación de trabajos propuestos con contenidos como los que aparecen en los temas complementarios
- La resolución de problemas propuestos.
- La asistencia a clase.

102888 371 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN ASTROFÍSICA

Curso: 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 1.5 teóricos+3 prácticos

Asignaturas que se recomienda haber cursado

366,367

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

375

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Primer ciclo, Fundamentos de Astrofísica y y Astronomía Observacional.

PROGRAMA (teoría):

TELESCOPIOS ÓPTICOS: Telescopios. Efectos de la atmósfera en la observación astronómica. Óptica activa. Óptica adaptativa.

DETECTORES: Parámetros fundamentales. Emulsión fotográfica. Detectores fotoeléctricos. Detectores de estado sólido.

FOTOMETRIA: Objetivos. Fotometría visual y fotoeléctrica. Fotometría fotográfica. Fotometría CCD. Métodos de observación y reducción.

ESPECTROSCOPIA: Objetivos. Espectrómetros. Dispersores. Diseños de espectrógrafos. Métodos de observación y reducción.

PRÁCTICAS A REALIZAR:

Se realizarán prácticas tanto de observación como en laboratorio entre las que se incluyen: Calibración de una cámara CCD. Fotometría de estrellas variables. Fotometría de un cúmulo. Observaciones espectroscópicas. Observaciones solares. Espectroscopía solar.

TEXTOS RECOMENDADOS

Astronomy: Principles and Practice.

A.E. Roy, D. Clarke. Adam Hilger Ltd., Bristol.

Astrophysical Techniques.

C.R. Kitchen. Adam Hilger ltd. Bristol.

Astronomical Observations.

G. Walker. Cambridge Univ. Press.

Electronic and Computer-Aided Astronomy.

I.S. McLean. Ellis Horwood ltd. John Wiley & Sons.

EVALUACIÓN: Examen de teoría y evaluación del trabajo de prácticas.

102889 372 ESTRUCTURA INTERNA Y EVOLUCIÓN ESTELAR

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

366

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Fundamentos de Astrofísica

PROGRAMA:

1. Introducción
2. Ecuación de estado en el interior estelar
3. Equilibrio radiativo y transporte convectivo
4. Ecuación de equilibrio energético y equilibrio hidrostático
5. Opacidad del interior estelar
6. Resolución de las ecuaciones de estructura interna
7. Modelos politrópicos
8. Nucleosíntesis estelar
9. Evolución pre-secuencia principal
10. La secuencia principal
11. Evolución post-secuencia principal
12. Supernovas
13. Enanas blancas

TEXTOS RECOMENDADOS:

- *Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis*. D.D. Clayton. McGraw-Hill
- *Astrophysics I. Stars*. R.L. Bowers y T. Deeming. Jones & Bartlett Publ. Boston
- *Introduction to Stellar Astrophysics Vol 3. Stellar Structure and Evolution*. E. Böhm-Vitense. Cambridge University Press

EVALUACION: Examen fundamentalmente teórico.

102890 373 ASTROFÍSICA DEL MEDIO INTERESTELAR**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Fundamentos de Astrofísica

PROGRAMA (Teoría):

- **EL MEDIO INTERESTELAR:** Componentes. Procesos físicos. Métodos de observación.
- **REGIONES HII:** Nebulosas de hidrógeno. Nebulosas que contienen metales. Determinación de parámetros físicos. Determinación de abundancias químicas.
- **POLVO:** Extinción. Composición. Formación y destrucción de los granos. Emisión.
- **MOLECULAS Y FORMACION ESTELAR:** Moléculas interestelares. Nubes moleculares. Formación estelar espontanea e inducida.

PROGRAMA (prácticas):

Durante el curso cada alumno realiza un trabajo integrado en un grupo reducido (dos o tres alumnos). Cada equipo recopila bibliografía reciente en los libros recomendados y en revistas especializadas sobre uno de los temas que se ofrecen y elabora una memoria. Los trabajos se exponen al resto de la clase.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- The Physics of the Interstellar Medium.
J.E. Dyson \& D.A. Willians. Institute of Phsics Publishing. Bristol.
- Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei.
D.E. Osterbrock. University Science Books, California
- Physics of the Galaxy and Interstellar Matter.
H. Scheffler \& H. Elsasser. Springer-Verlag. Heidelberg.
- The Dusty Universe. A. Evans. John Wiley \& Sons, Chichester.

EVALUACION: Examen de teoría y evaluación del trabajo de clase.

102891 374 ASTROFÍSICA EXTRAGALÁCTICA Y COSMOLOGÍA

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	366,371,369
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Fundamentos de Astrofísica. Astrofísica Estelar.

PROGRAMA:

- 1.- Propiedades de las galaxias. Modos de agrupación. Estructura a gran escala. Distancias: calibradores primarios, supernovas, relación Tully-Fisher, plano fundamental, efecto Sunyaev-Zeldovich, retraso por lente gravitacional, ley de Hubble. Fotometría: leyes de luminosidad y diámetros. Función de luminosidad. Caracterización de muestras astrofísicas: efectos de selección, completitud.
- 2.- Masas de galaxias y cúmulos de galaxias. Interacciones y fusiones.
- 3.- Galaxias con formación estelar intensa. Clasificación. Procesos radiativos. Estructura y origen.
- 4.- Contenido estelar. Indicadores cualitativos. Tasa de formación estelar.
- 5.- Galaxias activas. Propiedades y clasificación. Cuasares: procesos radiativos, espectro continuo y de líneas, modelo estándar, lentes gravitacionales, líneas de absorción, bosque de Lyman. Esquemas unificados.
- 6.- Observaciones de significado cosmológico. Recuento de galaxias. Radiación de fondo microondas y en otras frecuencias. Controles astronómicos de la Relatividad General. Cosmocronología.
- 7.- Cinemática del universo en expansión. Métrica de Robertson-Walker. Geodésicas. Horizontes y causalidad. Interpretación de la ley de Hubble.
- 8.- Dinámica. Modelos de Friedmann. Cosmologías Λ . Edad del universo.
- 9.- Termodinámica. Distribuciones en equilibrio estadístico. Entropía. Temperatura de los neutrinos. Número bariónico.
- 10.- Nucleosíntesis primordial. Desviaciones del equilibrio estadístico nuclear. Abundancias nucleares.
- 11.- Física de la recombinación. Recombinación. Desacoplamiento de los fotones. Física de la última difusión.
- 12.- Universo en los muy primeros instantes. Era de Planck. Teorías de la Gran Unificación. Periodo inflacionario. Transición quark-hadrón.
- 13.- Fluctuaciones de densidad. Origen. Espectro de las fluctuaciones. Evolución de la masa de Jeans. Amortiguamiento de las fluctuaciones. Formación de las grandes estructuras. Origen de las galaxias elípticas y espirales.
- 14.- Controles observacionales. Distancia métrica. Magnitud bolométrica. Diagrama teórico de Hubble. Diámetro angular. Volumen-desplazamiento al rojo. Radiación de fondo producida por fuentes. Medidas de q_0 , Ω_0 y Λ .

TEXTOS RECOMENDADOS:

Galaxies and Cosmology. F.Combes, P.Boissé, A. Mazure, A. Blanchard (Springer)
 The Early Universe. E.W.Kolb y M.S. Turner. (Adisson Wesley Pub. Co.)
 Galaxies: Structure and Evolution. R.J.Tayler (Cambridge University Press)

EVALUACION Cuestiones teóricas y problemas.

102892 375 AMPLIACIÓN DE TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN ASTROFÍSICA

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 1,5 teóricos y 3,5 prácticos

Asignaturas que se recomienda haber cursado	366,371,367
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

Tema 1.- Principios sobre detección. Detectores CCD

Tema 2.- Procesado y análisis de imágenes CCD.

Técnicas de reducción de datos.

Tema 3.- Procesado y análisis de espectroscopía con CCD.

Determinación de parámetros físicos de objetos astronómicos.

Tema 4.- Astronomía en el infrarrojo. Detectores en el infrarrojo cercano.

Procesado y análisis de datos en el infrarrojo cercano.

Tema 5.- Técnicas de observación y análisis en el infrarrojo lejano.

Detectores. Misiones espaciales.

Tema 6.- Técnicas de observación en altas energías: Ultravioleta, rayos X.

Tema 7.- Software de reducción de datos. Herramientas de análisis y

reducción. Tratamiento digital de los datos.

Paquetes generales: MIDAS, IRAF, Starlink, IDL.

Tema 8.- Recursos astronómicos en Internet. Observatorios virtuales.

Bases de datos astrofísicos en Internet. Bases de datos sobre bibliografía.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

Una parte fundamental de la asignatura lo constituyen los créditos de prácticas de laboratorio. Entre estas prácticas se incluyen: Reducción de imágenes CCD con MIDAS. Reducción de espectros CCD con Iraf. Reducción de imágenes infrarrojas con Iraf. Bases de datos en Internet. Petición de tiempo a un gran telescopio.

TEXTOS RECOMENDADOS:

"Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei". D.E. Osterbrock. 1989. University Science Books.

"Manual práctico de Astronomía con CCD". D. Galadí e I. Ribas. 1998. Omega.

"Electronic imaging in Astronomy". I.S. McLean. 1997. Wiley-Praxis

"Handbook of infrared astronomy". I.S. Glass. 1999. Cambridge Univ Press

EVALUACION

Cuestiones teóricas, problemas, memoria escrita de las prácticas de laboratorio.

OBSERVACIONES

Se realiza una práctica de observación nocturna fuera de Madrid, en un lugar de óptimas condiciones para la observación.

102893 376 PARTICULAS ELEMENTALES**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**Breve descriptor:**

Interacciones fundamentales y constituyentes básicos de la materia. El modelo estándar $SU(3)_c \times SU(2)_L \times U(1)_Y$. Introducción a los GUT's y supersimetría. Neutrinos masivos.

Requisitos:

Conocimientos previos recomendados: Mecánica Cuántica Avanzada y Teoría Cuántica de Campos (esencial para poder seguir la asignatura)

Objetivos:

Obtención de los conocimientos básicos relevantes en las teorías de partículas elementales.

Contenidos temáticos:

Tema 1: El modelo estándar $SU(3)_c \times SU(2)_L \times U(1)_Y$

Tema 2: Más allá del Modelo Estándar: El modelo estándar supersimétrico minimal.

Tema 3: Más allá del Modelo Estándar: Gran Unificación $SU(5)$ y $SO(10)$.

Tema 4: Más allá del Modelo Estándar: Neutrinos masivos.

Tema 5: Cálculo de vidas media y secciones eficaces: Desintegraciones de los bosones Z^0 , $W^\pm$ y Higgs, aniquilación e^+e^- , scattering hadrón-hadrón.

Tema 6: CADABRA y el cálculo en física de partículas elementales.

Evaluación:

Hojas de problemas, ensayos y prueba escrita.

Bibliografía básica:

1. Cliff Burgess and Guy Moore, *The Estándar Model: A primer*, Cambridge University Press, 2007.
2. H.K. Dreiner, H.E. Haber and S.P. Martin, *Two-component spinor techniques and Feynman rules for quantum field theory and supersymmetry*, arXiv:0912.1594v1 [hep-ph] .
3. P. Langacker, *Introduction to the Standar Model and Electroweak Physics*, arXiv:0901.0241vi [hep-ph].
4. S.P. Martin, *A supersymmetry primer*, arXiv: hep-ph/9709356 v4.
5. R.N. Mohapatra, *Unification and Supersymmetry*, 3rd edition, Springer-Verlag.
6. J. Ellis, *Physics Beyond the Standar Model*, arXiv:0902.0357vi [hep-ph].
7. G. Altarelli, *Lectures on Models of Neutrino Masses and Mixings*, arXiv:0711.0161vi [hep-ph].
8. M.C. González-García, *Neutrino Physics*, arXiv:0901.2505vi [hep-ph].
9. CADABRA at <http://www.aei.mpg.de/~peekas/cadabra/>

Otra información relevante:

<http://xxx.unizar.es>

<http://www.slac.stanford.edu/spires/>

<http://pdg.lbl.gov>

<http://lhc.web.cern.ch/lhc/>

www.aei.mpg.de/~peekas/cadabra/

<http://www.particleadventure.org>

102894 377 AMPLIACIÓN DE FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado

345

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

383,384,,385,378,410

PROGRAMA :

El Hamiltoniano de un electrón en el sólido. Campo cristalino. El líquido de Fermi. Cuasipartículas.

Bandas de energía. La estructura de bandas y superficies de Fermi. Ejemplos: Cu, Si y Fe.

Métodos de cálculo de estructuras de bandas. Determinación experimental de bandas y superficies de Fermi. Fenómenos de transporte. Semiconductores

Excitaciones elementales en sólidos. Fonones, Plasmones, Polarones, Excitones, Magnones y Polaritones. Determinación experimental de excitaciones en sólidos.

Estados electrónicos localizados. Estados en la zanja prohibida de energía. Estados de superficie.

Superconductividad. Teoría de Ginzburg-Landau. Parámetros superconductores. Tipos de superconductores.

Cohesión en sólidos iónicos, covalentes y metales. Aleaciones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Solid State Physics H. Ibach, H. Lüth, . (Springer)

Solid State Physics N. W. Ashcroft, N. D. Mermin. (Holt Saunders)

Introduction to Solid State Physics, C. Kittel (Seven Edition, Wiley)

EVALUACION:

La asignatura no tiene laboratorio. Constará de dos partes:

- Resolución de ejercicios propuestos que se entregaran durante el curso y
- Examen final escrito tipo test.

102895 378 DEFECTOS EN SÓLIDOS**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

- 1.- **Introducción. Cristales imperfectos:** Defectos y su importancia del estudio de los materiales. Ejemplos. Clasificación general de los defectos: puntuales, lineales y extensos.
- 2.- **Defectos puntuales:** Defectos nativos, descripción y concentración de equilibrio. Difusión. Generación de defectos puntuales. Propiedades ópticas y eléctricas, estados localizados. Centros de color.
- 3.- **Defectos lineales:** Descripción y clasificación de las dislocaciones. Campo de tensiones creado por una dislocación. Movimiento de dislocaciones. Interacción de dislocaciones. Multiplicación de dislocaciones. Influencia sobre las propiedades de los materiales. Dislocaciones en cristales FCC y HCP.
- 4.- **Defectos extensos:** Formación de maclas. Estructuras de dislocaciones. Fronteras de grano. Energía de una frontera de grano.
- 5.- **Defectos en materiales en película delgada:** Defectos en heteroestructuras: Difusión a través de la intercara. Intercaras tensionadas. Fronteras y dominios de antifase.
- 6.- **Técnicas de caracterización de defectos:** Medidas eléctricas. Medidas calorimétricas. Medidas mecánicas. Espectroscopias ópticas. Espectroscopias electrónicas y nucleares. Técnicas de microscopía.

BIBLIOGRAFÍA

- W. F. Smith; "Fundamentos de Ciencia e Ingeniería de Materiales", McGraw-Hill, 1992
- J. E. Shackelford, A. Güemes; "Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros", Prentice Hall, 1996.
- L. Smat, E. Moore; "Solid State Chemistry. An Introduction", Chapman Hall, 1992
- A. R. West; "Solid State Chemistry and its Applications", J. Wiley and Sons, 1990.
- N.W. Ashcroft y N.D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College Publishing, 1976.
- F. Agulló-López, C.R. Catlow y P.D. Townsend, Point defects in materials, Academic Press 1988.
- J. Weertman y J.R. Weertman, Elementary dislocation Theory, Oxford Univ. Press 1992.
- Introducción to Dislocations. D. Hull and D.J. Bacon. Pergamon, 3ª ed. 1994.
- S.T. Pantelides, The electronic structure of impurities and other point defects in semiconductors, Reviews of Modern Physics, **50** (4) (1978)797.
- H.F. Mataré, Defect Electronic in Semiconductors, Wiley Interscience 1971.

LABORATORIO:

Los alumnos matriculados en esta asignatura deberán pre-inscribirse en el laboratorio para la realización de las prácticas. La preinscripción es obligatoria para poder elegir entre los horarios y grupos de prácticas disponibles. Los plazos para realizar esta pre-inscripción se publicarán con suficiente antelación en el tablón de anuncios del Laboratorio de Física de Materiales situado en la 2ª planta de la Facultad.

EVALUACIÓN:

Se realizará un examen escrito al final del periodo lectivo. La nota obtenida en el Laboratorio y la obtenida en la exposición de trabajos de clase será considerada en la calificación final de la asignatura.

Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 31 de octubre de 2010

102896 379 PROPIEDADES MAGNETICAS DE LOS MATERIALES**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:****Momento magnético del electrón y del átomo**

Experimento de Stern-Gerlach. Razón giromagnética y efectos giromagnéticos. El momento magnético en los sólidos.

Magnetismo lineal

Susceptibilidad magnética de un sistema de momentos no interactivos. Imposibilidad de magnetismo en la teoría clásica. Magnetismo de superconductores. Termodinámica y Magnetismo.

Interacciones entre momentos magnéticos

Interacciones magnetostáticas. Interacción de canje directo e indirecto en metales y aislantes. Magnetorresistencia gigante. Estructuras magnéticas, vidrios de espín. Ondas de espín. Magnones. Ley de Bloch. Difracción de neutrones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

C. Kittel, Introducción a la Física del Estado Sólido, Reverté 3ª ed
A. Herpin, "Theorie du Magnetisme", Presses Universitaires de France
A. Hernando y J.M. Rojo, "Magnetismo y Materiales Magnéticos".

EVALUACIÓN:

Un examen **final** que constará de problemas y ejercicios.

102897 380 TÉCNICAS DE MICROSCOPIA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Física del Estado Sólido

OBJETIVOS:

Se exponen los principios físicos y la instrumentación de las técnicas modernas de microscopía. El objetivo principal es el conocimiento de cuales son las posibilidades de las distintas técnicas de microscopía en el estudio de las propiedades estructurales y físicas de los sólidos.

PROGRAMA

1. Introducción a la Microscopía Electrónica. Clases de microscopios. Lentes magnéticas.
2. Microscopía electrónica de barrido. Dispositivo experimental. Interacción electrón-muestra. Modos de operación en el MEB
3. Microscopía electrónica de transmisión. Instrumentación. Dispersión de electrones por la muestra. Contraste de dispersión. Contraste de difracción. Contraste de fase. Microscopía de alta resolución
4. Métodos de análisis en microscopía electrónica. Espectroscopía de pérdida de energía. Microanálisis por rayos-X. Comparación con otras técnicas espectroscópicas.
5. Microscopías de campo próximo. Microscopía de efecto túnel. Microscopía de fuerzas.
6. Otras técnicas de microscopía. Microscopía confocal.
7. Introducción al análisis y tratamiento de imágenes.

- Se realizan prácticas de microscopía electrónica y microscopía túnel.

TEXTOS RECOMENDADOSL.Reimer, *Scanning Electron Microscopy*, SpringerD.B.Williams, C.Barry Carter, *Transmission Electron Microscopy*, PlenumM.Aballe y otros, *Microscopía Electrónica de Barrido y microanálisis de rayos X*, CSIC-RuedaP.J. Goodhew y otros, *Electron microscopy and analysis*, Taylor and Francis**EVALUACION**

Se realiza un examen escrito al terminar el curso. Se realiza un trabajo que se tiene en cuenta para la evaluación.

Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 15 de octubre de 2010

102898 381 PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MATERIALES

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	313,319,321,322
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

OBJETIVOS:

Se analizan los principales fenómenos ligados a la propagación de la luz en la materia, prestando atención a su dependencia de la composición y estructura microscópica del medio y a sus aplicaciones.

PROGRAMA:

1. Propagación de la luz en medios materiales.
2. Caracterización óptica de los materiales.
3. Efectos electro-ópticos, magneto-ópticos y acusto-ópticos.
4. Guías de onda y fibras ópticas.
5. Fundamentos de óptica no-lineal.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

- J. M. Cabrera, F. Agulló y F. J. López, *Óptica Electromagnética*, Vol. II: *Materiales y Aplicaciones*, Addison Wesley (2000).
- B. E. A. Saleh y M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, John Wiley (1991).
- A. Yariv y P. Yeh, *Optical waves in Crystals*, John Wiley (1984).
- H. G. Tompkins y W. A. Mc Gahan, *Spectroscopic Ellipsometry and Reflectometry*, John Wiley (1999).

EVALUACIÓN:

La nota final se obtendrá a partir de la calificación de las actividades propuestas en clase (realización de ejercicios, trabajos cortos, etc.), y del trabajo realizado en el laboratorio.

PRÁCTICAS:

Efecto Faraday; efecto acustoóptico; elipsómetro de nulo.

102899 382 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Los que se imparten en las asignaturas de “Defectos en sólidos” y “Cinética y equilibrio de sólidos”

PROGRAMA:

1. **Generalidades:** deformación elástica y plástica; magnitudes utilizadas para la caracterización mecánica de los materiales, ensayos mecánicos
2. **Comportamiento elástico:** elasticidad lineal; propagación de ondas en sólidos elásticos y medida de constantes elásticas
3. **Anelasticidad y fricción interna:** modelos fenomenológicos, causas microscópicas de comportamientos anelástico; medida de la fricción interna
4. **Comportamiento plástico:** deformación macroscópica; deslizamiento y maclado; deformación plástica de monocristales y policristales; teorías del endurecimiento por trabajo en frío
5. **Endurecimiento:** obstáculos fuertes y débiles; endurecimiento por solución sólida y por precipitación; por radiación
6. **Fatiga:** la curva S-N; características estructurales y modelos
7. **Fluencia:** origen de la fluencia; mecanismos microscópicos; superplasticidad
8. **Fractura:** clasificación de los modos de fractura, resistencia a la fractura y teoría de Griffith de la fractura frágil
9. **Fragilización:** en presencia de metales; por hidrógeno; daño por irradiación; corrosión bajo tensión
10. **Características especiales de algunos materiales:** aleaciones; materiales compuestos; polímeros; cerámicas

TEXTOS RECOMENDADOS:

- (1) Mechanical Behaviour of Materials
T.H. Courtney, McGraw-Hill, 1988
- (2) Mechanical Metallurgy
G.E. Dieter, McGraw-Hill, 1988
- (3) Engineering Materials (1) y (2)
M.F. Ashby y D.R.H. Jones, Butterworth, 1995
- (4) Materials science and engineering: an introduction
W.D. Callister, John Wiley & Sons, 2003
- (5) Introduction to dislocations
D.Hull and D.J.Bacon, Butterworth Hienemann, 1998
- (6) The plastic deformation of metals
R.W.Honeycombe, Edward Arnold, 1985

EVALUACIÓN:

Cuestiones y problemas sin libros y sin apuntes en las fechas, horas y aulas programadas por el Decanato.

OBSERVACIONES:

Los alumnos matriculados en esta asignatura deberán preinscribirse en el laboratorio para la realización de las prácticas. La preinscripción es **obligatoria** para poder elegir entre los horarios y grupos de prácticas disponibles. Los plazos para realizar esta preinscripción se publicarán con suficiente antelación en el tablón de anuncios del Laboratorio de Física de Materiales situado en la segunda planta.

Se recomienda cursar previamente las asignaturas optativas “Defectos en sólidos” y “Cinética y equilibrio de sólidos”

Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 31 de octubre de 2010

102900 383 PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LOS MATERIALES

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1^{er}

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

También sería una buena introducción para esta asignatura la optativa de Primer Ciclo denominada Física de los Materiales.

PROGRAMA:

1.- El Campo electromagnético en medios materiales. Descripción microscópica de la polarización eléctrica.

Ecuaciones del campo. Condiciones de contorno. Fuerzas. Tipos de cargas y respuesta eléctrica. El campo local.

2.- Comportamiento dielectrico estático. Teorías semiestadísticas y estadísticas de la polarización.

Polarizabilidad electrónica e iónica. Teoría de Langevin. Teorías estadísticas de Kirkwood y Frohlich.

3.- Comportamiento dielectrico dinámico: descripción fenomenológica.

Respuestas en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Relaciones de Kramers-Kronig. Relajación ideal. Dispersión resonante.

4.- Teorías de la polarización dinámica.

Teoría molecular de Debye. Modelo de barrera para sólidos. Teoría de Lorentz de la absorción resonante. Teoría cooperativa de la respuesta dieléctrica en fases condensadas.

5.- Aislantes sintéticos orgánicos e inorgánicos.

Introducción. Comportamiento eléctrico de los Polímeros.

6.- Respuesta dieléctrica de sólidos cristalinos: ferroelectricidad y piroelectricidad.

Propiedades generales de los Ferroeléctricos y Piroeléctricos. Modelos teóricos.

7.- Métodos experimentales de medida de la permisividad.

Métodos en el dominio del tiempo. Métodos en el dominio de la frecuencia.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- 1) J.M. Albella y J.M. Martínez. "*Física de dieléctricos*". Marcombo (1984).
- 2) R. Coelho. "*Physics of dielectrics for engineers*". Elsevier (1979).
- 3) C.J.F. Botteher. "*Theory of Electric Polarization*". Vols. I y II. Elsevier (1978).
- 4) N.E. Hill y otros. "*Dielectric properties and molecular behavior*". Van Nostrand (1966).
- 5) V.V. Daniel. "*Dielectric Relaxation*". Academic Press (1967).
- 6) A.K. Jonscher. "*Dielectric relaxation in solids*". Chelsea Dielectrics Press. London (1983).
- 7) A.R. Von Hippel. "*Dielectric materials and applications*". M.I.T. Press (1954).

102901 384 EQUILIBRIO Y CINÉTICA DE SÓLIDOS**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 6

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: aunque no es imprescindible puede resultar muy útil haber cursado previamente la asignatura optativa de 1^{er} ciclo Física de Materiales.

PROGRAMA:

- Introducción a las transiciones de fase: Conceptos preliminares
- Transformaciones de fase en sustancias puras: Solidificación y transformaciones estructurales. Estructura cristalina
- Soluciones sólidas: Conceptos preliminares. Difusión. Construcción de diagramas de fases. Difusión en sistemas multifásicos. Interpretación de diagramas de fase
- Procesos de nucleación
- Superficies e intercaras: Características de las intercaras. Coherencia. Migración. Superficies: propiedades y caracterización
- Ejemplos de transformaciones de fase en materiales cristalinos
- Ejemplos de transformaciones en materiales no cristalinos
- Ejemplos de transformaciones de fase en superficies

TEXTOS RECOMENDADOS:

“Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales“, W.D.Callister, Jr. Ed. Reverté 1997

“Phase transformations in metals and alloys“, D.A.Porter and K.E.Easterling, Chapman & Hall 1992

“Phase transitions in solids“ C.N.R.Rao and K.J.Rao, McGraw-Hill 1978

“Kinetic processes“, K.A. Jackson, Wiley-VCH 2004

“Introduction to surface chemistry and catalysis“, G.A.Somorjai, Wiley 1994

“Surfaces and interfaces of solid materials“, H.Lüth, Springer 1998

“Physics of surfaces and interfaces“, H. Ibach, Springer 2006

METODOLOGÍA:

Las características fundamentales de este curso van a ser el trabajo en grupo, la participación de los estudiantes en la clase y la utilización de diversas herramientas de aprendizaje activo. Los objetivos básicos de la asignatura son la adquisición de la terminología adecuada y los conceptos básicos para enfrentarse al estudio de las transformaciones de fase en diversos tipos de materiales y de los distintos procesos tendentes al equilibrio termodinámico. Estos objetivos incluyen el desarrollo de la capacidad de análisis de problemas relacionados con las transformaciones de fase, predicción y estimación de las propiedades de las distintas fases presentes en un material, aplicación al diseño, selección y uso de nuevos materiales etc. El curso consta de dos partes no siempre bien diferenciadas cuyo desarrollo y seguimiento nos llevará a la adquisición, por una parte de los conocimientos básicos contenidos en el programa de la asignatura, y por otra de técnicas que podríamos llamar transversales, en las que los contenidos de la asignatura servirán material de trabajo. En el caso de los contenidos del curso se desarrollarán a través de clases en las que se expondrán los aspectos básicos de cada tema y se asignarán las tareas correspondientes. En cada caso se indicará qué tareas deben realizarse en grupo y cuáles de forma individual. En todos los casos servirán para realizar el seguimiento del aprendizaje y finalmente la evaluación. El seguimiento del trabajo de los alumnos a lo largo del curso se realizará en grupos reducidos, bien constituidos por uno solo o varios grupos de trabajo que estén realizando actividades afines en ese momento. Tanto el desarrollo de las clases expositivas como el de las reuniones de seguimiento del curso tendrán lugar de acuerdo con el calendario que se propone a continuación. La otra parte del curso, íntimamente relacionada con la primera, constará de diversas actividades en las que el papel fundamental será desempeñado por los alumnos. Algunos ejemplos de estas actividades pueden ser la creación de un blog en el que se vaya reflejando el desarrollo del curso, elaboración de proyectos de investigación o aplicación “reales” sobre temas relacionados con el curso, elaboración de una revista virtual sobre el desarrollo del curso, organización de un “congreso” a final de curso donde se recojan los trabajos realizados durante el curso, etc..

MÉTODO DE EVALUACIÓN:

Evaluación formativa. Se propondrá la realización de diversos ejercicios y cuestiones que serán después revisados y discutidos para asegurar la comprensión de los conceptos fundamentales de la asignatura. La nota final tendrá en cuenta las calificaciones de todas las actividades propuestas en clase. **La asistencia a clase y la participación en los trabajos** propuestos en la metodología anterior es **obligatoria** para realizar dicha evaluación continua.

102902 385 DIFRACCIÓN Y ESPECTROSCOPIA EN SÓLIDOS**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Aunque no es imprescindible, puede resultar útil haber cursado previamente la asignatura optativa de primer ciclo Física de Materiales

PROGRAMA:

1. Principios básicos de la interacción de la radiación con la materia.
2. Interacción de rayos X con sólidos. Dispersión elástica: difracción, determinación de estructuras. Dispersión inelástica: espectroscopía de fotoelectrones; espectroscopía de electrones Auger.
3. Interacción de electrones con sólidos. Dispersión elástica: difracción, determinación de estructuras. Dispersión inelástica: espectroscopía de rayos X por dispersión en longitudes de onda y dispersión en energías.
4. Interacción de neutrones con sólidos. Dispersión elástica: difracción, determinación de estructuras. Dispersión inelástica: espectroscopía de neutrones y el espectro vibracional del sólido.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Diffraction Methods in Materials Science. J.B.Cohen. The McMillan Company, New York, 1966.

Physical Methods for Materials Characterisation. P.E.J. Flewitt and R.K. Wild. Institute of Physics Publishing Ltd., Bristol, 1994.

EVALUACIÓN-

Se considerarán los ejercicios, que incluirán teoría y problemas, realizados de acuerdo con el calendario de exámenes de la Facultad así como la calificación obtenida en el laboratorio de la asignatura.

Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 15 de octubre de 2010

102903 386 FÍSICA DEL LÁSER**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS:**

Recomendable Física Molecular

OBJETIVO:

Enseñar los fundamentos de la interacción radiación-materia, de la amplificación de la radiación y de los efectos que ésta produce en los materiales.

PROGRAMA:

1. El campo electromagnético
2. Cuantificación de la radiación
3. Cuantificación de la materia
4. Evolución temporal de los estados
5. Absorción y emisión de radiación
6. Transiciones no radiativas
7. El modelo probabilístico
8. El campo electromagnético paraxial
9. Resonadores
10. Amplificadores de propagación de radiación
11. Pequeña señal y saturación
12. Láseres de avalancha
13. Amplificadores resonantes regenerativos
14. El láser saturado por emisión espontánea
15. Optimización de la salida
16. Bombeo cuasiestacionario
17. Dinámica láser
18. Métodos de bombeo
19. Aplicaciones

PRÁCTICAS:

Se realizarán varias demostraciones de cátedra y los alumnos realizarán prácticas en el laboratorio de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA:

- “QUANTUM ELECTRONICS”, A. Yarity. John Wiley & Sons.
- “THE QUANTUM THEORY OF LIGHT”, R. Loudon. Oxford.
- “LASERS, PRINCIPLES AND APPLICATIONS”, J. Wilson y J.F.B. Hawkes. Prentice & Hall.
- “INDUSTRIAL APPLICATIONS OF LASERS”, J.F. Ready. Academic Press.
- “FÍSICA DEL LÁSER” (Libro libre de Alqua), J.M. Guerra.

EVALUACIÓN:

Un examen por escrito en cada convocatoria. El trabajo realizado durante el curso se tendrá en cuenta en la calificación.

102904 387 TRANSICIONES DE FASE**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Fases de la materia. 2. Sistemas clásicos con interacción. 3. Modelo de Ising. 4. Estructura de los cristales. 5. Estructura de los fluidos. 6. Mezclas y dispersiones coloidales. 7. Cristales líquidos. 8. Polímeros. 9. Transiciones de fase. 10. Fenómenos críticos.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- N. W. Ashcroft y N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders (1976).
- C. Janot, Quasicrystals, Oxford (1998).
- J. P. Hansen y I. R. McDonald, Theory of Simple Liquids, Academic (1986).
- P. G. de Gennes y J. Prost, The Physics of Liquid Crystals, Oxford (1998).
- M. Doi, Introduction to Polymer Physics, Oxford (1996).
- H. E. Stanley, Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, Oxford (1987).
- C. Fernández Tejero y M. Baus, Física estadística del equilibrio. Fases de la materia, Aula Documental de Investigación (2000).

EVALUACION:

Realización y presentación por el alumno de un trabajo de investigación simple que expone durante el curso.

102905 388 ORDEN Y DIMENSIONALIDAD EN SÓLIDOS

Curso: 5º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	345
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	379,363,387,389,411

PROGRAMA:

(Estudio de los fenómenos cooperativos en Sólidos, principalmente Magnetismo y Superconductividad. Efectos cuánticos originados por la reducción de la dimensionalidad del sistema.)

- Fenómenos cooperativos en sólidos. Ejemplos: Orden magnético espontáneo, superconductividad. Efectos cooperativos en el sistema periódico. La serie de transición del Fe. La serie de las tierras raras. El Hamiltoniano de Heisenberg-Dirac. ¿Por qué es ferromagnético el Fe?
- Teoría BCS de la Superconductividad. Efectos cuánticos macroscópicos en superconductores. Dispositivos de interferencia cuántica superconductora (SQUID). Superconductividad de alta temperatura.
- Desorden composicional y topológico: Vidrios metálicos. Vidrios de spin.
- De cero a tres dimensiones: El límite mesoscópico. Fabricación de películas, heteroestructuras, superredes y puntos y líneas submicrométricas semiconductoras y metálicas.
- Superredes y heteroestructuras semiconductoras. Pozos cuánticos y dimensionalidad. Electrones en dos dimensiones. Efecto Hall cuántico.
- Superredes metálicas. Efectos de dimensionalidad en superconductores. Magnetorresistencia gigante. Efectos de localización. Bloqueo de Coulomb.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Theorie du Magnetisme A. Herpin (Press Universitaires de France)
 Introduction to Superconductivity M. Tinkham (Wiley)
 Solid State Physics H. Ibach, H. Lüth (Springer)

EVALUACION:

Controles y ejercicios periódicos a lo largo del curso.

102906 389 MATERIALES MAGNÉTICOS**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:****Los materiales magnéticos:**

Aplicaciones de los materiales magnéticos. El campo coercitivo. Materiales duros y blandos. Control del ciclo de histéresis por composición y por la microestructura. Energía de imanación

Anisotropía magnética

Anisotropía estructural: Campo cristalino, interacción espín órbita. Modelo de cargas puntuales. Anisotropía de forma. Energía magnetostática. Anisotropía de pares. Magnetostricción. Anisotropía magnetoclástica.

Técnicas Experimentales

Magnetometría cuántica, SQUID, Efecto Mossbauer. Observación de dominios.

Nanoestructuras

Magnetismo de partículas pequeñas: las longitudes características. Superparamagnetismo. Nanocristales. Canje inter-granular. Canje entre diferentes fases. El problema de promediar la anisotropía macroscópica. Magnetismo de superficies y magnetismo de fronteras de granos: amorfos.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- A. Hernando y J.M. Rojo "Magnetismo y Materiales Magnéticos".
- B.D. Cullity, Introduction to Magnetic Materials, Addison Wesley (1975)
- S. Velayos, "Introducción al Magnetismo", UCM

EVALUACIÓN:

Un examen final que constará de problemas y ejercicios.

Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 31 de octubre de 2010

102907 390 OCEANOGRAFÍA FÍSICA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

370

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Dinámica de fluidos.

PROGRAMA:

0. INTRODUCCION
1. PROPIEDADES DEL AGUA DEL MAR
2. NOCIONES DE OCEANOGRAFIA SINOPTICA
3. LAS ECUACIONES HIDRODINAMICAS
4. MOVIMIENTO PRODUCIDO POR LA ROTACION DE LA TIERRA Y LA DISTRIBUCION DE LA MASA
5. LA CORRIENTE GEOSTROFICA
6. CORRIENTES INERCIALES Y ECUACIONES DE VORTICIDAD
7. FENOMENOS DE TRANSFERENCIA: TURBULENCIA
8. CORRIENTES CON ROZAMIENTO
9. MODELOS DE CIRCULACION OCEANICA
10. OLAS Y OLEAJE
11. INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LAS MAREAS

TEXTOS RECOMENDADOS

1. VON ARX: "An Introduction to Physical Oceanography". Addison Wesley.
2. Mc LELLAN: "Elements of Physical Oceanography". Pergamon
3. NEUMANN-PIERSON: "Principles of Physical Oceanography". Prentice Hall
4. PICKARD-POND: "Introductory Dynamic Oceanography". Pergamon
5. LACOMBE: "Cours d'Océanographie Physique". Gautier Villard.
6. DEFANT: "Physical Oceanography". Pergamon Press.

EVALUACION

Se realizará un examen sobre la teoría expuesta, con algún supuesto práctico elemental.

102908 391 ONDAS SÍSMICAS**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	327
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Física de la Tierra.

PROGRAMA:

1. La Tierra como medio elástico. Esfuerzos y deformaciones. Ecuación del movimiento: ondas y modos de vibración. Funciones de Green
2. Ecuación de ondas en un medio infinito. Ondas internas. Geometría de los desplazamientos.
3. Medios estratificados. Reflexión y refracción. Refracción crítica y supercrítica.
4. Teoría general de rayos. Parámetro del rayo. Curvas dromocronas.
5. Rayos en un medio estratificado plano. Velocidad constante y velocidad variable.
6. Rayos en una Tierra esférica.
7. Generación de ondas superficiales. Ondas Rayleigh y ondas Love. Velocidad de grupo y de fase
8. Oscilaciones propias de la Tierra.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- K. Aki y P. G. Richards. "Quantitative Seismology". W. H. Freeman, San Francisco, 1980
- S. Stein y M. Wysession. An introduction to seismology and Earth structure. Blackwell, 2003.
- J. Pujol. Elastic wave propagation and generation in Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- A. Udías. Principles of Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 1999

EVALUACIÓN:

La calificación final se basará en el resultado de un examen que abarca conceptos teóricos y prácticos y en las actividades realizadas a lo largo del curso.

102909 392 SISMOLOGÍA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

391 y 327

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Física de la Tierra, Ondas Sísmicas.

PROGRAMA:

1. Dromocronas y estructura interna de la Tierra. Observaciones y métodos. Corteza. Manto. Núcleo externo e interno.
2. Dispersión de ondas. Velocidades de grupo y fase. Métodos para la determinación de velocidad de Grupo y fase. Curvas de dispersión. Estructura interna de la Tierra.
3. Parámetros de los Terremotos. Localización del foco sísmico. Intensidad. Magnitud. Energía sísmica.
4. Mecanismo del foco sísmico. Foco puntual. Tensor momento sísmico. Modelos de fractura. Métodos para la determinación del mecanismo.
5. Sismicidad, sismotectónica y riesgo sísmico. Distribución espacio temporal. Modelos de ocurrencia de terremotos. Sismotectónica. Peligrosidad y riesgo sísmico. Predicción de terremotos.
6. Instrumentación sísmica. Sismógrafo. Modelos analógicos y digitales. Sismogramas y Acelerogramas.

TEXTOS:

- K. Aki y P. G. Richards. "Quantitative Seismology". W. H. Freeman, 2ª edición, San Francisco, 2002
- S. Stein y M. Wysession. An introduction to seismology and Earth structure. Blackwell, 2003.
- J. Pujol. Elastic wave propagation and generation in Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- A. Udías. Principles of Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 1999

EVALUACIÓN:

La calificación final se basará en el resultado de un examen que abarca conceptos teóricos y prácticos y en las actividades realizadas a lo largo del curso.

102910 393 GEOMAGNETISMO : CAMPO INTERNO**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA**

1. Descripción general del Campo Magnético de la Tierra. Introducción. Aspectos históricos. Sistemas de Referencia. Elementos magnéticos. Campos constituyentes. Cartas magnéticas.

2. Conceptos fundamentales del electromagnetismo aplicados al estudio del Campo Magnético de la Tierra, Ecuaciones de Maxwell. Transmisión de ondas electromagnéticas. Dipolos y multipolos. Líneas de fuerza de un campo dipolar. Densidad de energía. Apantallamiento magnético. Bobinas de Hemholtz.

3. Observación y medida del Campo Magnético de la Tierra. Mediciones absolutas y relativas. Métodos clásicos para la medición de D, H e I. Equipos modernos: Magnetómetro de Protones; Magnetómetro de Bombeo Óptico. Magnetómetro de Núcleo Saturado. SQUID. Variógrafos y magnetogramas. Observatorios magnéticos. Bancos de datos.

4. Análisis armónico del Campo Principal. Definición de Campo Principal. Análisis armónico. Origen interno del Campo Principal. Significado físico de los coeficientes. Aproximaciones sucesivas. Terminología. Coordenadas geomagnéticas.

5. Variación espacial y temporal del Campo Interno. Modelos de Campo Interno: IGRF. Variación Secular e Inversiones de Polaridad. Excursiones y Sacudidas magnéticas.

6. Paleomagnetismo. Magnetismo de las rocas.

Propiedades magnéticas de la materia. Materiales ferromagnéticos; ciclo de histéresis. Teoría de Neel. Tipos de magnetización remanente. Magnetismo de las rocas. Minerales de interés paleomagnético; métodos para su identificación. Tratamiento de datos paleomagnéticos. Aplicaciones del Paleomagnetismo.

7. Generación del Campo Interno. Magnetohidrodinámica. Principio de la dinamo. Condiciones planteadas por la observación. Características del núcleo externo. Introducción a la magnetohidrodinámica. Ecuación de inducción magnética. Principales números magnéticos adimensionales. Teorema del flujo congelado. Difusión del campo magnético. Principio de la dinamo. Teorema de Cowling. Análisis matemático de la dinamo cinemática: Campos poloidal y toroidal. Efectos α y ω . Modelo de Bullard y Gellman. Fuentes de energía de la dinamo: Hipótesis de la convección térmica; Teoría de la convección gravitatoria; Modelo del par de precesión;

8. Modelos explicativos de la variación secular y las inversiones magnéticas.

Origen de la variación secular del Campo Interno: Modelo de Bullard. Ondas magnetohidrodinámicas y ondas planetarias. Modelos explicativos de las inversiones magnéticas. Modelos mecánicos y modelos probabilistas. Caos determinista.

TEXTOS RECOMENDADOS

- Campbell, W.H., 1997, **Introduction to Geomagnetic Fields**, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jacobs, J.A. (Editor), 1987-1991, **Geomagnetism** (Tomos 1y 2), Academic Press, Londres.
- Merrill, R.T., M. McElhinny y P. McFadden, 1996, **The Magnetic Field of the Earth**, Academic Press, Boston.
- Parkinson, W.D., 1983, **Introduction to Geomagnetism**, Elsevier, Amsterdam.

EVALUACIÓN: Se realizará un sólo examen de teoría y problemas al final del curso. La evaluación se completará con la realización de prácticas en la parte final del curso y la realización de trabajos monográficos.

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Resulta conveniente haber cursado la asignatura optativa de primer ciclo: "Física de la Tierra".

102911 394 GEOMAGNETISMO: CAMPO EXTERNO**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS**

Se considera muy recomendable haber cursado la asignatura Geomagnetismo: Campo Interno

PROGRAMA

1. Campos geomagnéticos de origen externo. Introducción: Los campos de origen externo en el contexto del Magnetismo Terrestre. Características de la alta atmósfera y del espacio exterior. Propiedades físicas del geoespacio: colisiones, continuidad, difusión. Concepto de plasma. Movimiento de partículas cargadas y energía en un magnetoplasma. Invariantes adiabáticos. Espejos magnéticos.

2 Estudio de la Ionosfera. Composición. Teoría de Chapman sobre la formación de las capa ionosféricas. Transmisión de ondas electromagnéticas en la ionosfera. Ecuación de Appleton-Hartree. Ionogramas. Colisiones y conductividades. Fotoquímica de la Ionosfera. Auroras y Airglow.

3. Estudio de la Magnetosfera. Principales características del Sol y su campo magnético. Interacción Sol-Tierra: viento solar y campo magnético interplanetario. Formación y estructura de la Magnetosfera. Reconexión magnética. Cinturones de Van Allen.

4. Variaciones periódicas del campo externo. Variaciones periódicas asociadas al Sol y la Luna. Análisis de Sq, Sd, S y L. Aplicaciones. Sistemas de corrientes equivalentes. Dinamo atmosférica. Electrochorro ecuatorial.

5. Variaciones no periódicas del campo externo. Índices de actividad magnética. Efectos de las fulguraciones y las eyecciones de masa coronal. Tormentas magnéticas. Subtormentas. Notación de la actividad magnética. Origen de las tormentas. Bahías. Pulsaciones magnéticas.

6. Meteorología y Climatología espaciales. Conceptos básicos. Parámetros de evaluación del tiempo espacial. Efectos de las variaciones del tiempo espacial.

EVALUACIÓN

Un 80% de la nota corresponderá a dos exámenes que tendrán lugar, respectivamente, en la primera quincena de diciembre (parcial) y en febrero (final). El otro 20% restante será resultado de la participación del alumno en las clases y en diversas actividades propuestas durante el curso.

TEXTOS RECOMENDADOS

* Dieminger, W., G.K. Hartmann and R. Leitinger (Editors), 1996, **The Upper Atmosphere**, Springer Verlag, Berlin.

* Hargreaves, J.K., 1992, **The Solar-Terrestrial Environment**, Cambridge Univ. Press.

* Herraiz, M. y B. A. de La Morena (Editores), 2000, **Tendencias actuales en la investigación de la Ionosfera**, Física de la Tierra nº 12, Universidad Complutense, Madrid.

* Herraiz, M y B. A de la Morena (Editores), 2008, **La ionosfera y su influencia en el posicionamiento y la navegación satelital**, Física de la Tierra nº 20, Universidad Complutense, Madrid.

* Jacobs, J.A. (Editor), 1991, **Geomagnetism**, (Volúmenes 3 y 4), Academic Press, New York.

* Pröls, G.W., 2004, **Physics of the Earth's Space Environment**, Springer Verlag, Berlin

* Ratcliffe, J.A., 1972, **An Introduction to the Ionosphere and Magnetosphere**, Cambridge University Press.

102912 395 GRAVIMETRÍA**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Física de la Tierra.

PROGRAMA:

- 1.- Introducción a la Gravimetría. Historia. Objetivos y Métodos.
- 2.- El Campo de la gravedad. Potencial de la gravedad. Geoide.
- 3.- Fundamentos de la teoría del potencial. Ecuación de Laplace. Desarrollo en armónicos esféricos del potencial de la gravedad.
- 4.- Tratamiento global del campo de la gravedad. Superficies de nivel y líneas de la plomada. Curvatura de las líneas de la plomada.
- 5.- Modelos de referencia. Elipsoide internacional. Campo normal de la gravedad. Fórmula internacional de la gravedad.
- 6.- Campo anómalo. Ondulaciones del geoide y desviaciones de la vertical. Anomalías de la gravedad.
- 7.- Determinación de la figura de la Tierra a partir de las perturbaciones orbitales de los satélites artificiales.
- 8.- Determinación de la figura de la Tierra a partir de medidas gravimétricas. Reducción de las anomalías de la gravedad.
- 9.- Posicionamiento vertical relativo. Altitudes.
- 10.- Aplicaciones geofísicas de las anomalías gravimétricas. Determinación de estructuras.
- 11.- Rotación de la Tierra.
- 12.- Mareas terrestres.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Heiskanen, W. y Moritz, H. Geodesia Física. Instituto Geográfico Nacional. 1985.
- Torge, W. Geodesy. Walter de Gruyter. Berlin, 1991.
- Torge, W. Gravimetry. Walter de Gruyter. Berlin, 1989.

EVALUACIÓN:

Se realizará un sólo examen de teoría y problemas al final del curso.

102913 396 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA ELECTROMAGNÉTICA

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Física de la Tierra, Elementos de Geología.

PROGRAMA:

- 1.- Introducción a los métodos geofísicos de prospección. Los métodos electromagnéticos. Aplicaciones.
- 2.- Conceptos y dispositivos fundamentales en prospección eléctrica en corriente continua. Propiedades electromagnéticas de minerales y rocas.
- 3.- El Sondeo Eléctrico Vertical (SEV): Teoría, trabajo de campo e interpretación.
- 4.- Sondeos dipolares.
- 5.- Calicatas eléctricas.
- 6.- Método del potencial espontáneo.
- 7.- Conceptos y dispositivos fundamentales en prospección eléctrica por campos variables.
- 8.- Sondeos electromagnéticos. Sondeos magnetotelúricos.
- 9.- Calicatas electromagnéticas.
- 10.- Método de Polarización Inducida (PI).
- 11.- El sónar de barrido lateral y el geo-radar.
- 12.- Aplicaciones y limitaciones de los métodos geoeléctricos.
- 13.- Otros métodos geofísicos. El método radioactivo: aplicaciones.

PRÁCTICAS

- 1.- Manejo de mapas topográficos.
- 2.- Uso práctico de mapas geológicos.
- 3.- Prácticas de campo. Realización de SEVs.
- 4.- Interpretación de curvas de SEV.
- 5.- Prácticas de campo. Realización de calicatas.
- 6.- Interpretación de curvas de calicatas.
- 7.- Interpretación de registros de geo-radar.

TEXTOS RECOMENDADOS

Orellana, E., Prospección Geoeléctrica en corriente continua. Paraninfo, 1982.
Orellana, E., Prospección Eléctrica por campos variables. Paraninfo, 1974.
Telford, W.M., Geldart, L.P. Sheriff, R.E., Applied Geophysics. Cambridge University Press, 1990.

EVALUACIÓN:

La calificación se basará en el resultado del examen y en las actividades realizadas a lo largo del curso. Las prácticas tienen carácter obligatorio.

OBSERVACIONES:

Esta asignatura se complementa con PROSPECCIÓN GEOFÍSICA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA.

102914 397 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Física de la Tierra, Elementos de Geología, Ondas Sísmicas, Gravimetría, Geomagnetismo: Campo Interno.

PROGRAMA:

- 1.- Introducción. Objetivos de la Prospección Geofísica. Métodos geofísicos de prospección.
- 2.- Método gravimétrico. Bases físicas. Posibilidades y limitaciones del método gravimétrico. Densidad de los minerales y rocas. Cálculo de la gravedad para distintos modelos de Tierra. Programación de una campaña. Medida de la gravedad terrestre. Anomalías de la gravedad.
- 3.- Método magnético. El campo magnético de la Tierra. Bases físicas. Posibilidades y limitaciones del método magnético. El magnetismo de los minerales y rocas. Programación de una campaña. Medida del campo magnético terrestre. Anomalías magnéticas. Anomalías teóricas producidas por cuerpos de forma geométrica sencilla.
- 4.- Tratamiento numérico de las anomalías gravimétricas y magnéticas. Interpretación de las anomalías.
- 5.- Métodos sísmicos. Bases físicas. Reflexión y refracción de ondas sísmicas en medios estratificados. Emisores y detectores. Trabajo de campo. Filtrado de la señal.
- 6.- Método de refracción. Dispositivos. Interpretación.
- 7.- Método de reflexión. Dispositivos. Tratamiento de los datos. Determinación de velocidades sísmicas. Secciones sísmicas. Migración. Interpretación.

PRÁCTICAS:

- 1.- Medidas de los campos gravitatorio y magnético terrestres.
- 2.- Tratamiento numérico de anomalías gravimétricas y magnéticas.
- 3.- Interpretación de anomalías gravimétricas y magnéticas.
- 4.- Realización de un perfil de refracción sísmica. Interpretación de los datos.
- 5.- Seguimiento de horizontes en una sección sísmica de reflexión. Interpretación.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Sheriff, R.E., *Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics*, SEG., 1984.
Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, 1990.

EVALUACIÓN:

Un examen final. La calificación se basará en el resultado del examen y en las actividades realizadas a lo largo del curso. Las prácticas tienen carácter obligatorio.

OBSERVACIONES:

Esta asignatura es complementaria de “PROSPECCIÓN GEOFÍSICA ELECTROMAGNÉTICA”.

102915 398 GEOFÍSICA INTERNA Y TECTONOFÍSICA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Resulta conveniente haber cursado la asignatura optativa de primer ciclo: “Física de la Tierra”.

PROGRAMA :

- 1.- Introducción a la Tectonofísica. Historia. Objetivos y Métodos.
- 2.- Estructura de la Tierra.
- 3.- Flujo Geotérmico.
- 4.- Radiactividad, edad y evolución térmica de la Tierra.
- 5.- Conceptos básicos de la Tectónica de Placas.
- 6.- Polos de Euler y rotaciones finitas.
- 7.- Paleomagnetismo y anomalías magnéticas.
- 8.- Elasticidad y flexión.
- 9.- Fluidos geofísicos.
- 10.- Reología.
- 11.- Planetología comparada.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Butler, R.F. 1992. Paleomagnetism. Blackwell Scientific Publications.
- Cox, A. y Hart, R.B. 1986. Plate Tectonics: How it works. Blackwell Scientific Publications.
- Turcotte, D.L. y Schubert, G. Geodynamics. 1982. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Udías, A. y Mézcua, J. 1997. Fundamentos de Geofísica. Alianza Universidad Textos.

EVALUACIÓN:

Se realizará un sólo examen de teoría y problemas al final del curso. La evaluación se completará con la realización de prácticas en la parte final del curso y la realización de trabajos monográficos.

102916 399 TÉCNICAS EXPERIMENTALES GEOFÍSICAS**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	391,392,395,393,394
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Análisis de sismogramas e identificación de fases. Aplicación: Cálculo de la distancia epicentral.
2. Estudio de la estructura sísmica en una zona a partir de datos de perfiles sísmicos. Dromocronas normales y reducidas. Identificación de las distintas fases refractadas y reflejadas. Aplicación: Determinación de las velocidades y los espesores de cada capa.
3. Análisis de anomalías gravimétricas. Interpretación de datos. Aplicación: Cálculo de modelos directos de anomalías gravimétricas.
4. Caracterización del Campo Magnético de la Tierra. Estimación de los elementos geomagnéticos del Campo Principal. Variaciones periódicas. Anomalías magnéticas. Aplicación: Cálculo de modelos directos de anomalías magnéticas.
5. Introducción al paleomagnetismo. Análisis de los datos de desimanación. Determinación de las componentes magnéticas registradas en la muestra. Cálculo estadístico. Aplicación: Arqueomagnetismo.
6. Estado térmico de la Tierra. Aplicación: Determinación e interpretación del flujo de calor residual.
7. Introducción a la teoría de inversión. Aplicación: modelos inversos en geofísica, tomografía eléctrica, tomografía sísmica.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Campbell, W.H., 1977, Introduction to Geomagnetic fields, Cambridge University Press, Cambridge

Fowler, C.M.R., 2005, The Solid Earth. An Introduction to Global Geophysics, 2nd Edition. Cambridge University Press

Lowrie, W., 2007, Fundamentals of Geophysics, Cambridge University Press

Telford, W.M., L.P. Geldart and R. E. Sheriff, 1990, Applied Geophysics, Society of Cambridge University Press.

Udías A. y J. Mezcuá, 1996, Fundamentos de Geofísica, Ed. Alianza

EVALUACIÓN:

Evaluación **continuada**. Se efectuará teniendo en cuenta: la asistencia a clase que será obligatoria, la participación y trabajo realizado a lo largo del curso y un examen final.

102817 400 RADIACIÓN ATMOSFÉRICA**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Estratificación térmica y gases traza de la atmósfera.
2. Fundamentos espectroscópicos.
3. Magnitudes radiométricas.
4. Leyes básicas de la radiación.
5. Radiación solar en la cima de la atmósfera e insolación.
6. Atenuación atmosférica de la radiación.
7. Tasa de calentamiento solar.
8. Ecuación de transferencia radiativa infrarroja.
9. Calentamiento infrarrojo de la atmósfera.
10. Equilibrio radiativo y modelos climáticos de bajo orden.

TEXTOS RECOMENDADOS:

KONDRATYEV K. Ya., "Radiation in the Atmosphere", Academic Press, 1969.

LIU K., "An Introduction to Theoretical Radiation", Academic Press, 1980.

WALLACE J.M y P.V. HOBBS, "Atmospheric Science. An introductory survey", Academic Press, 1977.

HOUGHTON J.T., "Física de Atmósferas Planetarias", Instituto Nacional de Meteorología, 1992.

PEIXOTO J.P. y A.H. OORT, "Physics of Climate", American Institute of Physics, 1992.

EVALUACIÓN:

Cada prueba constará de cuestiones de tipo teórico y práctico.

102918 401 TERMODINÁMICA DE LA ATMÓSFERA

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	326
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	406, 405, 403

CONOCIMIENTOS PREVIOS: Física de la Atmósfera.

PROGRAMA :

1. Ecuación de estado del aire
2. Primer principio de la Termodinámica
3. Segundo principio de la Termodinámica
4. Condensación del vapor de agua en la atmósfera
5. Estática atmosférica
6. Diagramas termodinámicos
7. Procesos isobáricos de enfriamiento del aire
8. Procesos isentálpicos en la atmósfera
9. Enfriamiento del aire en ascensos adiabáticos
10. Estabilidad de estratificación
11. Inestabilidad atmosférica por liberación de calor latente

EVALUACIÓN:

Examen final escrito sobre conocimientos teóricos y prácticos. La calificación final se basará en el resultado del examen y en las actividades realizadas durante el curso.

OBSERVACIONES:

Esta asignatura será necesaria para cursar las de Física de Nubes, Física del Clima y Dinámica de la Atmósfera.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTO BÁSICO:

- Iribarne, J.V. and W.L. Godson: *Atmospheric Thermodynamics*. Reidel Publ. Co., Dordrecht , 259 pp. (1981)

TEXTOS COMPLEMENTARIOS :

- Bohren, C. and B. Albrecht : *Atmospheric Thermodynamics*. Oxford University Press, 402 pp. (1998).
- Curry, J.A. and P.J. Webster: *Thermodynamics of Atmospheres & Oceans*. Academic Press, 471 pp. (1999)
- Morán, F.: *Apuntes de Termodinámica de la Atmósfera*. Inst. Nac. Meteorología, Madrid, 345 pp. (1984).
- Wallace, J.M. and P.V. Hobbs : *Atmospheric Science : An Introductory Survey*. Academic Press, 483 pp. (2006)

102919 402 FÍSICA ATMOSFÉRICA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	370,401,403
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

- I. Micrometeorología.
 1. Escalas atmosféricas. Capa Límite Atmosférica.
 2. Estabilidad de estratificación en la ABL.
 3. Flujo laminar en la ABL.
 4. Turbulencia.
 5. Perfiles de velocidad.
 6. Teoría de semejanza.
 7. Difusión turbulenta.
- II. Electricidad atmosférica
 8. Ionosfera.
 9. Potencial y campo eléctrico.
 10. Iones atmosféricos. Conductividad.
 11. Transferencia de carga en la atmósfera.
 12. Célula tormentosa. Descargas rápidas.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Arya, S. P. "Introduction to Micrometeorology". Academic Press. 2001.

Stull, R. B. "An Introduction to Boundary Layer Meteorology". Kluwer Academic Publisher. 1994.

Chalmers, J. A. "Atmospheric Electricity". Pergamon Press. 1967.

Commission on Physical Sciences, Mathematics, and Applications "The Earth's Electrical Environment". National Academy Press. 1986.

EVALUACIÓN:

- Entrega de trabajos. Examen Final.

102920 403 DINÁMICA ATMOSFÉRICA**Curso:** 4º-5º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Espectro de perturbaciones atmosféricas.
2. Fuerzas fundamentales en la atmósfera.
3. Tipos de coordenadas en meteorología.
4. Ecuación de momento de la atmósfera.
5. Ecuación de continuidad.
6. Ecuación termodinámica de la energía.
7. Flujos básicos en la atmósfera.
8. Viento ageostrófico.
9. Viento térmico: Advección térmica.
10. Ecuación de la vorticidad.
11. Aproximación cuasigeostrófica.
12. Ecuación de la tendencia.

TEXTOS RECOMENDADOS:

HALTINER, G.J. y F.L.MARTIN: “Meteorología dinámica y física”, Ed. Instituto Nacional de Meteorología, 1990.

HOLTON J.R. “Introducción a la meteorología dinámica”, Ed. Instituto Nacional de Meteorología, 1990.

HOUGHTON J.T., “Física de las atmósferas planetarias, Ed. Instituto Nacional de Meteorología, 1992.

MEDINA M., “Teoría de la predicción meteorológica”, Ed. Instituto Nacional de Meteorología, 1984.

WALLACE J.M y P.V. HOBBS, “Atmospheric Science. An introductory survey”, Academic Press, 1977.

EVALUACIÓN:

Cada prueba constará de cuestiones de tipo teórico y práctico.

**102921 404 AMPLIACIÓN DE DINÁMICA
ATMOSFÉRICA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Ecuaciones no lineales de dinámica atmosférica
2. Método de las perturbaciones
3. Ondas atmosféricas
4. Inestabilidad baroclínica
5. Circulación general de la atmósfera.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- . Lindzen, R.S. 1990. Dynamics in Atmospheric Physics. Cambridge University Press.
- . Gill, A.E. (1982). Atmosphere-Ocean Dynamics New York Academic
- . Holton, J.R. 1992. An Introduction to Dynamic Meteorology . New York . Academic.

EVALUACION:

Se realizarán a lo largo del curso trabajos prácticos que proporcionen mejor asimilación de los contenidos de cada tema expuesto en las clases teóricas. Al final se realizará una prueba donde se utilizará el medio más adecuado para poder evaluar con la máxima equidad los conocimientos adquiridos

102922 405 FÍSICA DEL CLIMA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	401,400,403,390
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Termodinámica de la Atmósfera y Radiación en la Atmósfera.

PROGRAMA

1. El sistema climático y sus componentes.
2. Transferencia radiativa en la atmósfera.
3. Balance de energía.
4. El ciclo hidrológico.
5. La circulación global de la atmósfera.
6. Cambios climáticos: Sensibilidad del clima y Mecanismos de realimentación.
7. Modelos Climáticos.

TEXTOS RECOMENDADOS:**Bibliografía básica :**

Hartmann, D.L. (1994) : *Global Physical Climatology*. Academic Press Inc.
 Peixoto, J.P. y A.H. Oort (1992, 1995). *Physics of Climate*. American Institute of Physics. New York.

Bibliografía complementaria :

Holton, J.R. (1992). *An Introduction to Dynamic Meteorology*. Academic Press Inc.
 Trenberth, K.E. editor (1992). *Climate System Modelling*. Cambridge University Press.
 McGuffie, K. Y A. Henderson-Sellers (1997). *A Climate Modelling Primer*. J. Wiley → Sons.

EVALUACIÓN:

Realización de un examen final y de un trabajo práctico. La calificación final se basará en el resultado del examen y en las actividades realizadas durante el curso.

102923 406 FÍSICA DE NUBES**Curso:** 4º-5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

401

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

PROGRAMA:

1. Aspectos generales de la formación de nubes y precipitación
2. Nucleación en fase líquida
3. Nucleación en fase hielo
4. Crecimiento de gotitas por difusión
5. Crecimiento de cristales de hielo por difusión, acreción y agregación
6. Formación de gotas de lluvia por captura de gotitas nubosas líquidas
7. Formación de la precipitación: Lluvia y nieve
8. Radar meteorológico

Bibliografía:R.R. Rogers: Física de las Nubes. Ed. Reverté (1977)K.C. Young: Microphysical Processes in Clouds. Oxford Univ. Press (1993)R.A. Houze: Cloud Dynamics. Academic Press (1993)W.R. Cotton: Las Tormentas. (1999)B.J. Mason: The Physics of Clouds. Oxford: Clarendon Press. (1957). 2ª Ed. (1971).B.J. Mason: Clouds, Rain and Rainmaking. Cambridge University Press. (1975).**Evaluación:** Examen final y realización de prácticas y problemas

102924 407 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA.

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	370,401,403
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

- 1.- Instrumentación.
- 2.- Sondeos de la baja atmósfera.
- 3.- Radiación.
- 4.- Mezclas en laboratorio.
- 5.- El campo de presión.
- 6.- Relieve del campo isobárico.
- 7.- Cinemática de los campos de presión y altura.
- 8.- Satélites geoestacionarios y polares.
- 9.- Diferentes tipos de imágenes.
- 10.- Identificación de nubosidad.
- 11.- Aplicaciones de la teledetección
- 12.- Incendios forestales.

TEXTOS RECOMENDADOS:

SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, J. "Instrumentos meteorológicos". I.N.M. 1990.
 BRIMACOMBE, C.A. "Atlas de imágenes Meteosat". I.N.M. 1991.
 COULSON, K.L. "Solar and terrestrial radiation". Ac press. 1975.
 JANSÁ, J.M. "Manual del observador de meteorología". I.N.M. 1985.

EVALUACIÓN:

Examen de conocimientos y entrega de los trabajos prácticos realizados

102925 408 DIFUSIÓN ATMOSFÉRICA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	370,401,403
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

- 1.- Introducción. Contaminantes principales.
- 2.- Oxidantes fotoquímicos.
- 3.- Precipitación ácida.
- 4.- Niveles standard de calidad del aire.
- 5.- Factores meteorológicos.
- 6.- Difusión atmosférica.
- 7.- Sobreelevación de penachos.
- 8.- Modelos de difusión.

TEXTOS RECOMENDADOS:

HALTINER, W.G.J. "Dinamical and Physical Meteorology". Mc Graw Hill. 1957.

SEINFELD, J.H. "Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution". J Wiley and Sons. 1986.

EVALUACIÓN:

- Entrega de trabajo experimental
- Examen clásico.

102926 409 PREDICCIÓN NUMÉRICA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Leyes Básicas de conservación
2. Aproximación cuasi-geostrófica
3. Diagnósis de los movimientos verticales
4. Vector Q
5. Modelo barotrópico
6. Modelos baroclínicos
7. Modelos de ecuaciones primitivas
8. Tratamiento de datos
9. Modelos filtrados
10. Predictabilidad

TEXTOS RECOMENDADOS:

- . Holton, J.R. 1992. An Introduction to Dynamic Meteorology . Cambridge Atmospheric. New York
- . Haltiner, G.H. 1998. Numerical Prediction and Dynamic Meteorology. John Wily. New York
- . Daley R. 1991. Atmospheric Data Analysis. Cambridge. Atmospheric. New York

EVALUACIÓN:

Se realizarán un conjunto de simulaciones de predicción que será una parte fundamental para poder alcanzar la suficiencia de la disciplina. Al final se realizará una prueba de conocimientos adquiridos

102927 410 FÍSICA DE SEMICONDUCTORES**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	345
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	411,348

PROGRAMA:**I. ESTADISTICA DE PORTADORES EN EQUILIBRIO**

1. Electrones en sólidos: conceptos básicos
2. Ocupación de los estados en las bandas: función densidad de estados; estadísticas de Fermi-Dirac y de Maxwell-Boltzmann
3. Semiconductores intrínsecos
4. Impurezas en semiconductores
5. Semiconductores extrínsecos

II. ESTADISTICA DE PORTADORES FUERA DEL EQUILIBRIO

1. Procesos de Generación y Recombinación. Pseudo niveles de Fermi
2. Recombinación intrínseca
3. Recombinación extrínseca
 - 3.1 Baja inyección
 - 3.2 Alta inyección
4. Niveles de demarcación

III. TRANSPORTE DE PORTADORES CON CONCENTRACION DE EQUILIBRIO

1. Planteamiento del problema
2. Ecuación de transporte de Boltzmann
3. Linealización de la ecuación de Boltzmann: aproximación del tiempo de relajación
4. Soluciones de la ecuación en la aproximación del tiempo de relajación:
 - 4.1 Conducción eléctrica. Corrientes de arrastre. Procesos de dispersión
 - 4.2 Corrientes de difusión
 - 4.3 Efectos galvanomagnéticos. Efecto Hall

IV. TRANSPORTE DE PORTADORES EN AUSENCIA DE EQUILIBRIO

1. Ecuación de continuidad
2. Neutralidad de carga en situación de no equilibrio
3. Semiconductores extrínsecos. Movimiento de minoritarios en desequilibrio
4. Semiconductores intrínsecos. Ecuación de transporte ambipolar

V. LA UNIÓN P-N IDEAL

1. Introducción. Unión en equilibrio
 - 1.1 Aproximaciones de unión abrupta y unión gradual
2. Unión en polarización D. C.
 - 2.1 Zona de carga espacial. Capacidad de transición
 - 2.2 Zonas neutras. Corrientes
3. Unión en polarización A. C.
 - 3.1 Corrientes en el caso de excitación armónica
 - 3.2 Admitancia de la unión. Circuito equivalente

VI. LA UNIÓN P-N REAL

1. Corrientes de Generación/Recombinación en la Z. C. E.
2. Corrientes de alta inyección
3. Ruptura en uniones P-N

BIBLIOGRAFÍA

1. Bube, R. H. "Electrical properties of crystalline solids. An introduction". Academic Press, 1974.
2. Hess, K. "Advanced theory of semiconductor devices". IEEE Press, 2000.
3. Jimenez Rodriguez, J. J. "Apuntes de la asignatura".
4. McKelvey, J. P. "Solid State and Semiconductor Physics". Krieger, 1966
5. Neamen, D. A. "Semiconductor physics and devices. Basic principles". Irwin, 1992.
6. Neudeck, G. W. "El diodo PN de unión". Addison-Welsey, 1993
7. Sapoval, B. y Hermann, C. "Physics of semiconductors". Springer-Verlag, 1995
8. Seeger, K. "Semiconductor physics: an introduction". Springer-Verlag, 1985
9. Shalimova, K. V. "Física de los semiconductores". Mir, 1975
10. Tyagi, M. S. "Introduction to semiconductor materials and devices". John Wiley and Sons, 1991.
11. Wang, S. "Fundamentals of semiconductor theory and device physics". Prentice Hall, 1989

102928 411 FÍSICA DE DISPOSITIVOS**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4.5**PROGRAMA:****1. Transistor bipolar ideal**

Estructura y principio de operación. Análisis cualitativo. Corrientes en el transistor. Parámetros del transistor. Modelo de Ebers-Moll. Características estáticas del transistor bipolar

2. Transistor bipolar integrado

Transistor de base gradual. Otros efectos en transistores reales. Modelo PSPICE.

3. Modelos equivalentes de pequeña señal del transistor bipolar

Introducción. Parámetros de pequeña señal. Circuitos equivalentes: aproximaciones. Determinación de los parámetros de admitancia en base común. Frecuencias de corte. Circuito equivalente obtenido a partir de los parámetros de admitancia. Circuitos equivalentes usuales. Modelo equivalente usando PSPICE.

4. Transistor de efecto campo de unión

Introducción. Características I-V. Circuito equivalente. Modelo PSPICE.

5. Estructura MOS

Introducción. Estructura MOS ideal. Estructura MOS real. Capacidad de la estructura MOS.

6. Transistor MOSFET

Introducción. Características del MOSFET. Circuito equivalente en pequeña señal. Estructuras FET.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- 1) Adir Bar-Lev, "Semiconductors and Electronic Devices", Prentice Hall 1994.
- 2) Greve, D.W., "Fiel Effect Devices and Applications", Prentice Hall 1998.
- 3) Neamen, D.A., "Semiconductor Physics and Devices", Irwin 1992.
- 4) Neudeck, G.W., "El transistor Bipolar de Unión", Addison-Wesley 1994.
- 5) Pierret, R.F., "Dispositivos de Efecto Campo", Addison-Wesley 1994.
- 6) Pulfrey, D.L. y Tarr, N.G., "Introduction to Microelectronic Devices", Prentice Hall 1989.
- 7) Singh, J., "Semiconductor Devices", McGraw-Hill 1994.
- 8) Sze, S.M., "Semiconductor Devices. Physics and Technology", Wiley, 2001.
- 9) Tyagi, M.S., "Introduction to Semiconductor Materials and Devices", John Wiley and Sons 1991.

EVALUACIÓN:

Se realizará un examen final de ejercicios prácticos y de cuestiones teóricas.

102929 412 MATERIALES SEMICONDUCTORES**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:****TEMA I. SEMICONDUCTORES COMPUESTOS**

1. Introducción
2. Grupo III-V: Binarios. Ternarios y Cuaternarios. Ley de Vegard
3. Grupo II-VI: Binarios. Características generales. $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$
4. Grupo IV-VI
5. Semiconductores de gap elevado: Importancia y aplicaciones. SiC. Polítipos. Nitruros III-N. Compuestos II-VI. ZnSe y ZnO
6. Silicio amorfo

TEMA II. PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS SEMICONDUCTORES

1. Introducción. Clasificación de los procesos ópticos
 - Magnitudes ópticas básicas. Unidades. Características ópticas de los semiconductores
2. Procesos de absorción
 - Teoría cuántica de las transiciones radiativas. Absorción en semiconductores de gap directo
 - Absorción en semiconductores de gap indirecto. Otros procesos de absorción
 - Aplicaciones: Fotodetectores. Células Solares
3. Luminiscencia en semiconductores
 - Fotoluminiscencia. Electroluminiscencia. Aplicaciones: Diodos emisores de luz (LED)

TEMA III. HETEROESTRUCTURAS. SEMICONDUCTORES ARTIFICIALES

1. Heteroestructuras
 - Introducción. Conceptos básicos de la unión P-N. Construcción del diagrama de bandas
2. Física de pozos cuánticos y superredes
 - Pozo cuántico rectangular. Pozo cuántico triangular. Superredes
 - Propiedades ópticas de pozos cuánticos y superredes.
 - Transporte en presencia de E. Transporte en presencia de E y B

TEMA IV. TECNOLOGÍAS DE CRECIMIENTO Y EPITAXIA

1. Crecimiento de cristales
 - Síntesis de los compuestos semiconductores.
 - Método de Bridgman horizontal. Método L.E.C.
2. Técnica de epitaxia: V.P.E., M.O.C.V.D., M.B.E.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Bhattacharya P., "Semiconductor Optoelectronic Devices", Prentice Hall, 1998
- 2.- Bube R.H., "Electronic Properties of Crystalline Solids. An Introduction to Fundamentals", Academic Press, 1992
- 3.- Fox M., "Optical Properties of Solids", Oxford, 2010
- 4.- Neamen D.A., "Semiconductor Physics and Devices", Irwin 1997
- 5.- Sze S.M., "Semiconductor Devices. Physics and Technology", John Wiley Sons, 2002
- 6.- Wang S., "Fundamentals of Semiconductor Theory and Device Physics", Prentice Hall International, 1989.
- 7.- Weisbuch C, Vinter B.; "Quantum Semiconductor Structures", Academic Press, 1991.
- 8.- Yu P.Y., Cardona M., "Fundamentals of Semiconductors. Physics and Material Properties", Springer, 1999

EVALUACIÓN:

Se realizará un examen con cuestiones teóricas y problemas.

102930 413 LABORATORIO DE DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS

Curso: 5º

Cuatrimestre: 1^{er}

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

I. CARACTERIZACIÓN DE SEMICONDUCTORES

1. Caracterización eléctrica de un semiconductor.
2. Caracterización óptica de un semiconductor.

II. CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA DE DISPOSITIVOS

3. Caracterización AC de dispositivos de unión.
4. Caracterización DC de dispositivos de unión.
5. Caracterización electro-óptica de una célula solar.
6. Caracterización electro-óptica de LEDs.
7. Caracterización de un transistor bipolar.

III. CARACTERIZACIÓN ÓPTICA DE DISPOSITIVOS

8. Detectores PSD y CCD.
9. Emisores y detectores de luz. Fibras ópticas.
10. Acustoóptica.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Apuntes de la asignatura.
- K.V. Shalimova, “Física de semiconductores”. Ed. Mir, 1975
- S.M. Sze, “Physics of Semiconductor Devices”. John Wiley, 1981
- J. Wilson, J.F.B. Hawkes, “Optoelectronics: An Introduction”. Prentice Hall, 1998

OBSERVACIONES

Es recomendable cursar simultáneamente o haber cursado alguna asignatura relacionada con física de semiconductores (“Electrónica I” en Física o “Física de Semiconductores” en Ingeniería Electrónica).

EVALUACIÓN

El 50% de la calificación final se obtendrá de un examen final individual en el que se preguntará al alumno sobre los fundamentos teóricos y experimentales de las prácticas, así como sobre las cuestiones y ejercicios planteados durante el curso. Un 40% de la nota corresponderá al trabajo realizado en el laboratorio que incluye las memorias de las prácticas entregadas. El 10% lo completa la exposición oral de un trabajo realizado por cada alumno.

Para aprobar la asignatura será obligatorio realizar cada una de las actividades planteadas y superar por separado cada parte.

102931 414 CONTROL DE SISTEMAS**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 3 teóricos + 3 prácticos**PROGRAMA**

La asignatura de igual nombre del plan 95 (de 4,5 créditos) tiene el mismo temario teórico pero menor número de prácticas.

Programa teórico (3 créditos)

Tema 0: Introducción. Repaso de Sistemas Lineales.

Tema 1: Realimentación

Tema 2: Control en el espacio de estados

Tema 3: Métodos de Discretización

Tema 4: Lugar de las raíces

Tema 5: Respuesta en frecuencia

Tema 6: Estabilidad

Tema 7: Controladores PID

Tema 8: Redes de adelanto y retardo de fase

Tema 9: Otros métodos de diseño de controladores

Programa de prácticas (3 créditos)**Prácticas de Matlab:**

- Representación de los sistemas, ecuaciones en diferencias y transformadas S y Z.
- Sistemas realimentados con perturbaciones y realimentación de estados.
- Controlabilidad, observabilidad
- Aplicación de distintos métodos de discretización
- Utilización del lugar de las raíces. Contorno de las raíces
- Determinación a partir de datos experimentales de G(s).
- Margen de Ganancia y de Fase y aplicación del criterio de Nyquist.
- Diseño de un controlador PID. Zigler-Nichols
- Diseño de redes de adelanto y retardo
- Diseño de un controlador óptimo

Prácticas en Laboratorio:

- Determinación experimental de G(s) para una planta de laboratorio.
- Control de un motor. Uso de una tarjeta de AD/DA (PCL-711). Room.
- Diseño de un controlador PID discreto, aplicación al control de una planta de laboratorio.
- Diseño de una red analógica y digital, aplicación al control de una planta de laboratorio.

TEXTOS RECOMENDADOS

- *K.Ogata: Ingeniería de Control Moderna. Ed: Prentice Hall Internacional.*
- *K.Ogata: Sistemas de control en tiempo discreto. Ed: Prentice Hall Internacional.*
- *B.C.Kuo: Sistemas de control automático. Ed: Prentice Hall Internacional.*
- *Gene F.Franklin, J.D.Powell & A.Emani-Naeini. Control de Sistemas Dinámicos con Retroalimentación. Ed: Addison Wesley Iberoam.*
- *R.C.Dorf: Sistemas Modernos de Control. Ed: Addison Wesley Iberoam.*
- *Gene F.Franklin, J.D.Powell & Workman, M.C.A. Digital Control Dynamic Systems. Ed: Addison Wesley Iberoamericana.*

EVALUACIÓN: Examen de teoría (test) y examen de problemas prácticos (con Matlab). Las prácticas reales se evaluarán en el momento de su realización, tendrán valor en la calificación final y son obligatorias para la presentación a los exámenes.

OBSERVACIONES: Previamente a esta asignatura, es conveniente haber cursado la asignatura, de "Sistemas Lineales" por ser los conocimientos impartidos en ella básicos para un seguimiento eficaz del temario propuesto.

102932 415 DISPOSITIVOS DE INSTRUMENTACIÓN ÓPTICA

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	313,319,321,322
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

I. INSTRUMENTOS ÓPTICOS

1. Introducción
2. Radiometría y fotometría
3. Calidad de imagen y resolución
4. Dispositivos refractivos y reflectivos
5. Caracterización básica de sistemas ópticos
6. Detectores

II. METROLOGÍA ÓPTICA

7. Polarimetría y fotoelasticidad
8. Dispositivos interferométricos
9. Metrología moiré

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Jesús Marcén, *Instrumentos ópticos*. E. U. de Óptica (Madrid, 1998)
- G. Smith, D. A. Atchinson, *The eye and visual instruments*. Cambridge University Press (Cambridge, 1997)
- Kjell J. Gåsvik, *Optical metrology*. John Wiley and Sons (Chichester, 1996)
- Daniel Malacara, ed., *Optical shop testing*. John Wiley & Sons (Nueva York, 1992)
- Gary L Cloud, *Optical methods of engineering analysis*. Cambridge University Press (Cambridge, 1998)
- K. Ramesh, *Digital photoelasticity: advanced techniques and applications*. Springer (Berlín, 2000)

Se complementarán con las fotocopias de las transparencias utilizadas en las clases.

EVALUACIÓN: Se asignarán una serie de proyectos para su realización en grupos durante el curso. Se evaluarán dichos proyectos (preparación, realización y presentación de los informes), los ejercicios que se soliciten y el examen escrito.

OBSERVACIONES: Los proyectos se desarrollarán durante la segunda mitad del curso en el horario de la asignatura en el Laboratorio de Óptica.

102933 416 AMPLIACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	336,414
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

La asignatura se divide en dos partes. En la primera de ella se dan algunos aspectos fundamentales de control no cubiertos en asignaturas anteriores, como son una introducción a los sistemas no lineales y al control óptimo. La segunda parte tiene un marcado aspecto práctico y con ella se pretende dar los elementos necesarios para la implementación con computador de sistemas de control. Las prácticas se realizarán con el lenguaje de simulación Matlab-Simulink y en tiempo real con C++ y Java.

PROGRAMA

1. CONTROL ÓPTIMO.
 - Control óptimo de sistemas continuos y discretos. Programas para el diseño de leyes de control óptimas.
 - Control óptimo lineal cuadrático y gaussiano (LQG). Aproximación polinómica al control LQG.
2. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS NO LINEALES
 - Ejemplos de sistemas no lineales y su simulación por computador.
 - Función descriptiva.
 - Estabilidad de Lyapunov.
 - Control adaptativo.
3. CONTROL EN TIEMPO REAL.
 - Sistemas de control en tiempo real: tipos y características. Eventos. Concurrencia. Lenguajes para tiempo real: Modula-2, C++, Java.
 - Procesos. Comunicación y sincronización entre procesos.
 - Interrupciones y manejo del tiempo. Prioridades.
 - Java en tiempo real.
4. SISTEMAS DE CONTROL DISCRETO
 - Lógica discreta. Controladores lógicos Programables. Formalismos de máquinas de estado y su codificación. Estrategias de supervisión.
 - Planificación y control. Métodos de planificación. Planificación de sistemas realimentados. Simulación.

BIBLIOGRAFIA

- *Feedback Control of Dynamic Systems*. G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini. Addison Wesley, 1994, 3ª Edición.
- *Digital Control of Dynamic Systems*. G.F. Franklin, J.D. Powell, M.L. Workman. Addison Wesley, 1997, 3ª Edición.
- *Applied Nonlinear Control*. J.J. Slotine, W. Li, Prentice hall, 1991.
- *Real Time Software for Control: Program Examples in C*. D.M. Auslander, C. H. Tham. Prentice Hall.
- *Real Time Control Systems*. K.E. Arzen. Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, 2000.
- *Real-Time Computer Control*. S. Bennett. Prentice Hall, 1994.

102934 417 CIRCUITOS DIGITALES

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	338
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	418

OBJETIVOS:

Esta asignatura está orientada tanto al establecimiento de los principios de diseño de los circuitos digitales, combinacionales y secuenciales, como a la realización de sus implementaciones físicas.

PROGRAMA:

- Números y códigos binarios.** Aritmética binaria. Números en punto fijo. Números en punto flotante: estándar IEEE 754. Operaciones en punto flotante. Códigos detectores de errores. Códigos Hamming.
- Optimización de circuitos combinacionales.** Repaso lógica de dos niveles. Minimización para implementaciones de dos niveles: método de Quine-McCluskey. Optimización multinivel. Factorización de funciones. Respuesta temporal en circuitos combinacionales. Riesgos.
- Módulos combinacionales avanzados.** Circuitos aritméticos. Sumadores/restadores. Sumadores con aceleración de arrastre. Restadores. Comparadores. Desplazadores: desplazadores de barril. Codificadores. Decodificadores. Multiplexores. Demultiplexores. ROM. Dispositivos lógicos programables. PAL. PLA. Ejemplos de dispositivos comerciales.
- Redes combinacionales modulares.** Diseño con codificadores y decodificadores. Diseño con multiplexores y demultiplexores. Diseño de redes iterativas y en array.
- Optimización avanzada de circuitos secuenciales.** Sistemas secuenciales equivalentes. Reducción del número de estados. Asignación de estados. Particionamiento de sistemas secuenciales. Sistemas secuenciales típicos: reconocedores de patrones, reconocedores de patrones en bloque, reconocedores de eventos, contadores de eventos, generadores de patrones.
- Diseño de circuitos secuenciales.** Biestables: asíncronos, sensibles a nivel, maestro-esclavo, disparados por flanco. Metodologías de temporización. Diseño de circuitos secuenciales con diferentes clases de biestables. Diseño de circuitos secuenciales con dispositivos de lógica programable: ROM, PAL, PLA. Diseño con contadores. Diseño con dispositivos FPGA.
- Diseño a nivel de transferencia de registros.** Diseño de ruta de datos y control. Metodología de diseño de las máquinas de estado algorítmicas.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- *Contemporary Logic Design*. R. H. Katz. Benjamin Cummings/Addison Wesley Publishing Company, 1993.
- *Digital Systems and Hardware/Firmware Algorithms*. M. Ercegovic y T. Lang. John Wiley & Sons, 1995.
- *Digital Design*. J. F. Wakerly. Prentice Hall (3ª ed.), Upper Saddle River, NJ, 2000.
- *Introducción al diseño lógico digital*. J. Hayes. Addison-Wesley, 1996.
- *Diseño Lógico*. Lloris - Prieto. McGraw Hill, 1996.
- *Fundamentos de Diseño Lógico y Computadoras*. M. Mano, C. Kime. Prentice Hall, 1998.
- *Fundamentos de Sistemas Digitales*. T. L. Floyd. Prentice Hall, 2000.

EVALUACIÓN: Los exámenes tendrán dos partes: una parte de problemas al que se le dará un 60% de la nota total y una parte de teoría donde se pedirá a los alumnos el conocimiento conceptual de la asignatura y al que se le dará el 40% de la nota.

102935 418 LABORATORIO DE SISTEMAS DIGITALES**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

338,418

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Se recomienda haber cursado o estar cursando al mismo tiempo las asignaturas de Circuitos Digitales, y Estructura de Computadores.

PROGRAMA:*Prácticas de Circuitos Digitales:*

1. Diseño e implementación de circuitos digitales combinacionales con puertas y multiplexores.
2. Diseño e implementación de circuitos digitales secuenciales.
3. Diseño e implementación de un sistema algorítmico. En la realización se utilizará un entrenador con circuitos integrados discretos y FPGAs.

Prácticas de Estructura de Computadores:

- Introducción al puesto de trabajo y a la programación en ensamblador.
- E/S paralela.
- E/S de datos e introducción al sistema de interrupciones.
- Conversión D/A y A/D.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. "Tecnología de Computadores. Técnicas Analógicas y digitales". M. Fernández. Ed. Síntesis
2. "Microcontroladores PIC, La solución en un chip". E. Martín Cuesta. Ed. Paraninfo

Adicionalmente se proporcionarán guiones para las prácticas con la bibliografía específica, así como los manuales de los equipos y medios utilizados.

EVALUACIÓN: El examen será práctico

102936 419 FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Se considera imprescindible haber cursado las siguientes asignaturas: “Física de Semiconductores” y “Física de Dispositivos”. Asimismo, se considera recomendable haber cursado la asignatura “Materiales Semiconductores”.

PROGRAMA:

Tema I	Introducción a la microfabricación de Circuitos Integrados y sensores.
Tema II	Tecnologías de fabricación de sustratos semiconductores y crecimiento epitaxial.
Tema III	Difusión e Implantación iónica de impurezas.
Tema IV	Fotolitografía, resinas fotosensibles y litografías no ópticas
Tema V	Técnicas de vacío y plasmas.
Tema VI	Grabado y limpiado.
Tema VII	Deposición física y química de películas delgadas.
Tema VIII	Aplicaciones de las películas delgadas depositadas: pasivado, enmascaramiento, metalización y aislamiento eléctrico.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- S.A. Campbell. “The science and Engineering of Microelectronic Fabrication”. Oxford University Press 1996.
- S.K. Ghandhi. “VLSI Fabrication Principles, Silicon and Gallium Arsenide. Wiley Interscience. 1994
- W.S. Ruska. “Microelectronic Processing, An introduction to the Manufacture of Integrated Circuits”. Mc Graw-Hill. 1988.
- S.SZE. “VLSI Technology”, Mac Graw-Hill. 1988.
- M.R. Madou. “Fundamentals of Microfabrication”. CRC, Press, 1997.

EVALUACION:

Examen teórico y de ejercicios prácticos.

OBSERVACIONES:

Los conocimientos adquiridos son necesarios para cursar con posterioridad la asignatura optativa “Integración de procesos tecnológicos”.

102937 420 INTEGRACIÓN DE PROCESOS TECNOLÓGICOS**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

TEMA 0. Introducción a los programas de simulación en fabricación microelectrónica

TEMA 1. Construcción de un diodo planar epitaxial

TEMA 2. Transistores integrados

TEMA 3. Técnicas de aislamiento

TEMA 4. Interconexiones. Dispositivos avanzados.

TEMA 5. Componentes pasivos integrados

BIBLIOGRAFÍA:

1. S. Wolf. "Si processing for the VLSI era" volúmenes 1 a 4.
2. D. J. Hamilton, W. G. Howard. "Basic integrated circuit engineering"
3. W. Grebene. "Bipolar and MOS Analog Integrated Circuit Design"
4. S. M. Sze. "Physics of semiconductor devices"
5. S. Soclof. "Analog integrated circuits"
6. S. Wolf . "Microchip manufacturing"

EVALUACIÓN:

Se realizará mediante examen y trabajos propuestos.

102938 421 ROBÓTICA**Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1^{er}**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**Breve descriptor:** Inteligencia artificial, Robótica Industrial, Robot móviles autónomos, Planificación, Sensores**Requisitos:** Conocimientos básicos matemáticos: Vectores y espacios vectoriales; Tratamientos matriciales y geometría.**Objetivos:** Conocer los fundamentos de los robots: movimiento, planificación, lenguajes de programación y percepción, tanto para robots móviles como en manipuladores.**Contenidos temáticos:** Lenguajes de Programación del Robot. – Inteligencia artificial en robótica, - Movimiento del robot: cinemática, dinámica y control. - Planificación de trayectorias. - Detección y sensores en robótica. - Imágenes digitales y tratamiento básico: filtrado, suavizado, realzado, histograma.**Actividades docentes:**

- 1.- Revisión de los contenidos y realización de ejercicios de refuerzo.
- 2.- Exposiciones en clase de distintos trabajos y su debate posterior.
- 3.- Propuesta de proyecto robótico: construcción de un robot móvil.
- 4.- Visualización de distintos vídeos sobre robots y posterior discusión.
- 5.- Realización de prácticas dirigidas a la construcción de un robot móvil.

Evaluación: Existen dos modalidades de evaluación:Evaluación continua: La nota total se irá obteniendo a lo largo del curso y consta de los siguientes conceptos:

- Actividades (50%):
 - Participación en clase y campus virtual (10%)
 - Trabajos (20 %)
 - Ejercicios y problemas
 - Trabajos de profundización
 - Ejercicios prácticos.
 - Prácticas (20 %)
- Conocimientos (50%)
 - Evaluaciones periódicas (50%) [40% teoría – 60% Problemas]

Asistencia: El control de asistencia mantenido durante el curso será utilizado para ajustar la nota del alumno en caso de que se estime conveniente.

Examen final: La nota se obtiene de la suma de la nota de prácticas más la nota obtenida en el examen final. Se realizará un examen final (convocatoria de Junio y Septiembre) en el plazo y lugar fijado por la Facultad donde se realizará un examen tradicional que constará de teoría y problemas, en los que se exigirá una nota mínima para poder realizar la media entre los dos apartados del examen.

La nota total será la siguiente:

- Nota de las prácticas (20%)
- Nota del examen (80%)
 - teoría (30%) (mínimo 1.2 puntos, o 4.0 sobre 10)
 - problemas (50%) (mínimo 1.8 puntos, o 3.6 sobre 10)

Bibliografía básica:

Fu, K.S., González, R.C. y Lee, C.S.G.; *Robótica, Control, Detección, Visión e Inteligencia*; Mc Graw-Hill, 1988;

Ollero, A. ; *Robótica, Manipuladores y Robots Móviles*; Marcombo, 2002;

Sensors for mobile robots. Theory and application. H.R. Everett. A.K. Peters. Wellesley, 1995

102939 422 DISEÑO Y TEST DE CIRCUITOS INTEGRADOS I

Curso: 5º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado

417

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Se considera aconsejable haber cursado las asignaturas de “Física de Dispositivos” e “Instrumentación I”.

PROGRAMA:

1. Aspectos del diseño de circuitos

Simulación. Verificación. Síntesis de diseños. Validación y test.

2. Estilos de diseño de circuitos

El diseño full-custom. El diseño semi-custom. Elección del estilo de diseño.

3. Los inversores MOS

Transistores NMOS de enriquecimiento y PMOS de acumulación. Comparación PMOS y NMOS. Efecto sustrato. Los inversores MOS. Definiciones y propiedades. El inversor CMOS de carga dinámica. El inversor pseudo-NMOS. El inversor triestate. La puerta de transmisión.

4. Tecnología de procesos CMOS

CMOS de pozo N. Polarización de los sustratos. Latch-up. Reglas de diseño.

5. Caracterización de circuitos

Estimación de resistencias y capacidades. Capacidades de conexionado. Conexiones largas. Modelos analíticos de retardo.

6. Lógica combinacional estática

Diseño CMOS estático. Lógica CMOS complementaria. Lógica proporcional pseudo-NMOS. Lógica de interruptores. Complementary pass-transistor logic.

7. Lógica combinacional dinámica

Principios. Características. Análisis de tiempos de subida y bajada. Corrientes de pérdida. Distribución de carga. Puertas dinámicas en cascada. Lógica dominó.

8. Diseño de bajo consumo

Disipación de potencia. Relación de la potencia con la temperatura. Consumo de potencia en puertas CMOS. Técnicas de diseño CMOS de baja potencia.

9. Diseño secuencial

Sistemas con elementos de memoria. Tiempos relevantes en la carga de un dispositivo. Elementos de memoria. Pipeline con registros y con latches. Una y dos fases de reloj. Clock skew (desviación de reloj). Sincronización de sistema mediante PLL.

10. Test

La importancia del test. Scan test. Boundary scan test. Fallos. Simulación de fallos. Generación automática de patrones de test. Built in self test.

11. Tres prácticas de full-custom

TEXTOS RECOMENDADOS:

- “Digital Integrated Circuits”, Jan M. Rabaey, Ed. Prentice Hall
- “Principles of CMOS VLSI Design”, Neil H. E. Weste, Kamran Eshraghian, Ed. Addison Wesley

EVALUACIÓN: El examen consistirá en una parte teórica (25% de la nota total) junto con otra parte práctica (75% de la nota), que se realizará en el laboratorio

102940 423 LABORATORIO DE SISTEMAS INTEGRADOS

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	417
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

PRIMERA PARTE: DISEÑO DE CIRCUITOS CON ESQUEMÁTICOS.

Práctica 1.- Diseño de un circuito combinacional usando esquemáticos: Sumador de 4 bits. Generación de símbolos y simulación lógica.

Práctica 2. – Diseño de un circuito secuencial: un generador de secuencias.

SEGUNDA PARTE: DISEÑO DE CIRCUITOS CON VHDL.

Práctica 3. - Diseño de un circuito combinacional usando VHDL: Comparador de dos números de 4 bits.

Práctica 4. - Diseño de un reconocedor de secuencias mediante máquinas de estados.

Práctica 5.- Diseño de un ascensor.

Práctica 6.- Diseño de un multiplicador sin signo mediante el algoritmo de suma-desplazamiento.

Práctica 7.- Diseño de un reloj digital con alarma.

Práctica 8.- Diseño de un circuito para jugar al black-jack.

Práctica 9.- Diseño de un circuito reconocedor de teclado.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- **VHDL Lenguaje Estándar de Diseño Electrónico**

Lluís Terés, Yago Torroja, Serafín Locos y Eugenio Villar. McGraw-Hill 1997.

- **The Practical Xilinx Designer. Lab Book, Version 1.5**

David Van den Bout. Prentice Hall 1999.

EVALUACIÓN:

Se realizarán dos exámenes finales en junio y septiembre respectivamente. Para aprobar la asignatura será necesario además la asistencia a las sesiones de prácticas y la realización de las mismas. La nota final dependerá en un 70% del resultado del examen y en un 30% de la evaluación de las prácticas.

102941 424 PROGRAMACIÓN**Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

339

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

Resumen del programa:

El objetivo general de la enseñanza de la Programación es capacitar a los alumnos para construir metódicamente programas legibles, bien documentados, correctos, eficientes y fáciles de mantener y reutilizar. Dentro de este marco, la Programación orientada a objetos (POO) introduce una serie de técnicas y mecanismos que favorecen fundamentalmente los dos últimos criterios de calidad: la facilidad para mantener y modificar los programas, y la posibilidad de desarrollar programas o componentes fácilmente reutilizables.

El núcleo del curso se ocupa del estudio de los mecanismos que definen el paradigma de la POO, como son el desarrollo de aplicaciones en términos de clases de objetos, la organización de las clases en jerarquías con herencia, el polimorfismo y la vinculación dinámica. Tomando C++ como lenguaje de referencia, para cada mecanismo concreto se exploran distintas alternativas presentes en diferentes lenguajes orientados a objetos.

Programa detallado:

Repaso del lenguaje C++. Introducción a la programación orientada a objetos: Clases y objetos. Más sobre clases y objetos. Las clases como tipos de datos. Arrays y cadenas de caracteres. Una lista de objetos basada en array. Herencia. Más sobre herencia. Objetos y memoria dinámica. Métodos virtuales, polimorfismo y clases abstractas. Otras características de C++.

BIBLIOGRAFÍA:

Básica (por orden de prioridad):

- Harvey M. Deitel y Paul J. Deitel, Cómo programar en C++. Pearson-Prentice Hall, 2003.
- Robert Lafore, Object-Oriented Programming in C++. 4ª ed. SAMS Publishing, 2005.
- Stroustrup, B. El lenguaje de programación C++. Ed. especial. Addison-Wesley, 2002.

Complementaria:

- Timothy A. Budd, An Introduction to Object-Oriented Programming. 3ª ed. Addison-Wesley, 2002.
- Gregory L. Heileman, Estructuras de datos, algoritmos y programación orientada a objetos. McGraw Hill, 1999.

Desarrollo de la asignatura: La asignatura se guiará por una programación que alterna teoría y práctica: tras estudiar cada unidad o lección se practican las técnicas aprendidas en unidades anteriores. El profesor irá indicando a los alumnos lo que deben estudiar y lo que deben practicar, con el fin de llevar un buen ritmo de aprendizaje.

Evaluación: Los alumnos deberán superar el examen final de la asignatura, en su convocatoria ordinaria (junio de 2011) o en la extraordinaria (septiembre de 2011).

102943 900. PRACTICAS EN EMPRESAS / TRABAJOS ACADEMICAMENTE DIRIGIDOS

Curso: 4º/5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Libre elección u Optativos

Créditos: 6

PRACTICAS EN EMPRESAS

Oferta y condiciones generales de las prácticas^(*)

Los alumnos interesados en cursar esta asignatura deben ponerse en contacto con la Fundación General de la Universidad (C/ Donoso Cortés, 65; www.ucm.es/info/fgu) o con el COIE (Edificio de Alumnos de la UCM; www.coie.ucm.es), los dos organismos de la UCM que ofertan prácticas en empresas y tramitan los convenios de cooperación entre la universidad y empresas e instituciones.

Cada práctica ha de contar con un tutor en la empresa y un tutor en uno de los departamentos de la titulación que esté cursando el alumno. El número total de horas en la empresa ha de ser superior a 300 (50 horas por crédito). Una vez acordada la práctica entre la empresa y el alumno, el COIE o la Fundación General proporcionarán al alumno una copia del anexo al correspondiente convenio en donde se debe especificar: 1) nombre del alumno, 2) número de horas de trabajo, 3) periodo de duración de las prácticas, 4) nombre y firma de los dos tutores y 5) una breve descripción del trabajo a realizar. Es responsabilidad del alumno informar al COIE o a la Fundación General del carácter curricular de las prácticas y verificar que el anexo al convenio entre la empresa y la Universidad Complutense contiene la información mencionada.

Matrícula

La matrícula puede formalizarse en la Secretaría de la Facultad en la **primera quincena de marzo** de cada curso, previa presentación del original y copia del anexo en donde se detalla la práctica a realizar (o en curso). *Sin este documento no es posible la formalización de la matrícula.* La fecha de comienzo de las prácticas debe ser posterior al 1 de marzo del año académico anterior al curso en el que se formaliza la matrícula.

Evaluación

El alumno debe elaborar una memoria que será evaluada por una comisión nombrada para cada curso académico por la Junta de Facultad. Para la evaluación de cada práctica, además de los miembros permanentes, se unirá a la Comisión el tutor académico, quien informará sobre la evolución y la calidad del trabajo realizado. Asimismo, el tutor en la empresa elaborará un informe evaluando el rendimiento del alumno. Este informe debe ser aportado por el alumno ante la Comisión, en sobre cerrado y firmado.

La Comisión calificará la práctica de forma similar a otra asignatura, con las notas de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable, Aprobado, Suspenso o No Presentado, atendiendo al informe del tutor en la empresa, la memoria y las indicaciones del tutor académico. Se establecerán dos convocatorias, una ordinaria en la primera quincena de julio y una extraordinaria en la segunda quincena de septiembre.

^(*) La normativa completa de las Prácticas en Empresas está expuesta en los paneles de información de Secretaría.

TRABAJOS ACADEMICAMENTE DIRIGIDOS

Oferta de trabajos.-

Cada Departamento hará pública la oferta de trabajos dirigidos bajo su responsabilidad, indicando el título, número de créditos, una breve descripción de los objetivos, el nombre del profesor asignado como tutor y los conocimientos previos recomendados. Asimismo, se publicarán los criterios de asignación de los trabajos.

El Departamento se compromete a proporcionar los medios técnicos y bibliográficos necesarios para la realización del trabajo.

Asignación de trabajos.-

Los alumnos solicitarán al Departamento correspondiente la asignación de uno de los trabajos ofertados.

El Departamento llevará a cabo la asignación de trabajos atendiendo a los criterios públicos de selección.

Evaluación.-

A propuesta de los Departamentos, la Junta de Facultad nombrará las Comisiones encargadas de evaluar los trabajos.

Para la evaluación de cada proyecto, se unirá a la Comisión el tutor, quien informará sobre la evolución y la calidad del trabajo.

Como resultado de la evaluación, se calificará el proyecto de forma similar a otra asignatura, siendo las posibles calificaciones: Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable, Aprobado, Suspenso, No Presentado.

Los alumnos que no hayan superado la evaluación en junio podrán presentarse en la convocatoria de septiembre.

Calendario.-

Publicación de los trabajos en los Departamentos:

Fecha límite: finales de noviembre.

Presentación en la Secretaría del Departamento de las solicitudes para la asignación de trabajos:

Fecha límite: finales de enero.

Publicación en cada Departamento de la relación de alumnos seleccionados:

Fecha límite: finales de febrero.

Plazo de matrícula: primer quincena de marzo.

Acto de presentación de los trabajos ante la Comisión:

Convocatoria de junio: antes del 10 de julio.

Convocatoria de septiembre: antes del 30 de septiembre.