I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Electrodinámica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado ubicada en el segundo semestre de la trayectoria académica, que presenta los principios y leyes de la electrodinámica clásica. El estudiante entiende a nivel estructural los principios y leyes de la electrodinámica.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Ecuaciones de Maxwell, electromagnetismo macroscópico y leyes de conservación.
2. Propagación de ondas electromagnéticas, polarización, relaciones de dispersión.
3. Relatividad especial. Covarianza de la electrodinámica.
4. Guías de onda, cavidades resonantes y fibras ópticas.
5. Radiación y antenas. Campos retardados.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo del estudiante. Éste desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de tareas. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de un examen escrito que puede abarcar todos los contenidos. El estudiante deberá realizar una presentación final en la cual exponga una visión comprensiva y sintetizada de un tema en particular relacionando los contenidos de la asignatura, y que idealmente se conecte con el área de investigación de su tesis.

VII. EVALUACIÓN

Tareas (20%). Prueba conceptual (40%). Presentación sobre un tópico de interés del estudiante relacionado con la asignatura (40%).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. Jackson, J. D. (1999), Classical Electrodynamics. John Wiley & Sons. United States. ISBN: 0-471-30932-X.
2. Griffiths, D. J. (2017), Introduction to Electrodynamics 4th Edition. Pearson, Cambridge University. United Kingdom. Press ISBN: 9781108420419.

Bibliografía Complementaria

1. Physics Education, IOP Publishing (United Kingdom). doi:10.1088/issn.0031-9120. On-line ISSN: 1361-6552. Print ISSN: 0031-9120.
2. American Journal of Physics, American Association of Physics Teachers with American Institute of Physics (United States of America). Online ISSN: 1943-2909. Print ISSN: 0002-9505.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Mecánica Clásica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado que presenta los principios y leyes de la mecánica clásica. El estudiante entiende a nivel estructural los principios y leyes de la mecánica clásica.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Resumen mecánica Lagrangiana.
2. Cuerpo rígido.
3. Las ecuaciones de movimiento de Hamilton.
4. Transformaciones canónicas.
5. Teoría de Hamilton-Jacobi y coordenadas del ángulo de acción.
6. Teoría de la perturbación canónica
7. Introducción a las formulaciones lagrangianas y hamiltonianas para sistemas y campos continuo.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo del estudiante. El estudiante desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de tareas. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de un examen escrito que puede abarcar todos los contenidos. El estudiante deberá realizar una presentación final en la cual exponga una visión comprensiva y sintetizada de un tema en particular relacionando los contenidos de la asignatura, y que idealmente se conecte con el área de investigación de su tesis.

VII. EVALUACIÓN

Tareas (20 %). Prueba conceptual (40 %). Presentación sobre un tópico de interés del estudiante relacionado con la asignatura (40 %).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. Herbert Goldstein: Mecánica Clásica. 2ed. Reverté. 2009

Bibliografía Complementaria

1. Physics Education, IOP Publishing (United Kingdom). doi:10.1088/issn.0031-9120. On-line ISSN: 1361-6552. Print ISSN: 0031-9120.
2. American Journal of Physics, American Association of Physics Teachers with American Institute of Physics (United States of America). Online ISSN: 1943-2909. Print ISSN: 0002-9505.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Mecánica Estadística		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado que presenta los principios y leyes de la mecánica estadística. El estudiante entiende a nivel estructural los principios y leyes de la mecánica estadística.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Termodinámica de las transiciones de fase: Clasificación de las transiciones de fase, propiedades de la materia cerca del punto crítico, teoría de Ginzburg-Landau.
2. Fenómenos críticos: Modelo Ising, La función de correlación, integrales de camino en mecánica estadística, grupo de renormalización.
3. Gases reales clásicos: coeficientes virial, ecuación de Ornstein-Zernike.
4. Gases reales cuánticos: gas de electrones, ecuación de Dyson, Sistemas de Fermí y de Bose.
5. Funciones de correlación dependientes del tiempo: ecuación de Fokker-Planck y Chandrasekhar, teorema de fluctuación-disipación, scattering luminoso.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo del estudiante. El estudiante desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de tareas. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de un examen escrito que puede abarcar todos los contenidos. El estudiante deberá realizar una presentación final en la cual exponga una visión comprensiva y sintetizada de un tema en particular relacionando los contenidos de la asignatura, y que idealmente se conecte con el área de investigación de su tesis.

VII. EVALUACIÓN

Tareas (20%). Prueba conceptual (40%). Presentación sobre un tópico de interés del estudiante relacionado con la asignatura (40%).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. Introduction to Statistical Physics, Kerson Huang, Chapman and Hall/CRC; 2nd edición, 2009, ISBN-10: 9781420079029.
2. Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, Frederick Reif, Waveland Pr Inc; 56946th edición 2008, ISBN-10: 9781577666127.

Bibliografía Complementaria

1. Physics Education, IOP Publishing (United Kingdom). doi:10.1088/issn.0031-9120. On-line ISSN: 1361-6552. Print ISSN: 0031-9120.
2. American Journal of Physics, American Association of Physics Teachers with American Institute of Physics (United States of America). Online ISSN: 1943-2909. Print ISSN: 0002-9505.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Mecánica Cuántica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado que presenta los principios y leyes de la mecánica cuántica.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Conceptos Fundamentales.
2. Dinámica Cuántica.
3. Teoría del Momento Angular.
4. Simetría en Mecánica Cuántica.
5. Métodos Perturbativos.
6. Teoría de Scattering.
7. Partículas Idénticas
8. Mecánica Cuántica Relativista

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo del estudiante. El estudiante desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de tareas. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de un examen escrito que puede abarcar todos los contenidos. El estudiante deberá realizar una presentación final en la cual exponga una visión comprensiva y sintetizada de un tema en particular relacionando los contenidos de la asignatura, y que idealmente se conecte con el área de investigación de su tesis.

VII. EVALUACIÓN

Tareas (20 %). Prueba conceptual (40 %). Presentación sobre un tópico de interés del estudiante relacionado con la asignatura (40 %).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. J. J. Sakurai y J. Napolitano: Modern Quantum Mechanics. 2ed. Addison Wesley. Reading. 2011. ISBN 978-0-8053-8291-4.

Bibliografía Complementaria

1. Physics Education, IOP Publishing (United Kingdom). doi:10.1088/issn.0031-9120. On-line ISSN: 1361-6552. Print ISSN: 0031-9120.
2. American Journal of Physics, American Association of Physics Teachers with American Institute of Physics (United States of America). Online ISSN: 1943-2909. Print ISSN: 0002-9505.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Procesos Radiativos		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura usa conceptos introductorios de mecánica cuántica e intermedios en teoría electromagnética y relatividad, para proveer al estudiante con el fondo teórico necesario, y a la vez aplicado, para entender gran variedad de los fenómenos astrofísicos existentes en las diferentes escalas de nuestro universo.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.

8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Ondas electromagnéticas y unidades de radiación
2. Transporte radiativo, equilibrio térmico/radiativo
3. Coeficientes de Einstein
4. Hidrógeno semi-clásico, modelo de Bohr
5. Radiación de cargas aceleradas
6. Excitación por colisiones
7. Fotoionización
8. Efectos plasmáticos
9. Emisión libre-libre
10. Dispersión de Compton directa e inversa.
11. Transformaciones relativistas.
12. Radiación sincrotrón y su auto absorción.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo y grupal del estudiante. El estudiante desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de tareas que pueden ser evaluadas tanto escrita como de forma oral. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de dos exámenes escritos que pueden abarcar todos los contenidos.

VII. EVALUACIÓN

La evaluación se efectuará mediante el uso de tareas y certámenes: 2 certámenes, 40 % cada uno y tareas 20 %, o como disponga el profesor en conformidad con la reglamentación vigente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. George B. Rybicki, 2004, Radiative Processes in Astrophysics, Ed. Wiley-VCH, ISBN 9780471827597.

Bibliografía Complementaria

1. The Astrophysical Journal.
2. Astronomy and Astrophysics.
3. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Medio Interestelar		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura que estudia el medio interestelar, su composición, sus procesos físicos y su relación con los cuerpos astronómicos especialmente desde el punto de vista evolutivo, además de su importancia desde el punto de vista de la astronomía observacional.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.

8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Líneas de emisión, líneas de absorción, ionización, recombinación, equilibrio de foto- ionización, reacciones de intercambio de carga, astroquímica, enfriamiento y calentamiento.
2. Observaciones del ISM, diagnósticos de temperatura y abundancias nebulares, extinción y emisión de polvo, polarización de polvo, física de polvo, magnetismo interestelar.
3. Choques, formación de estrellas, radiación infrarroja y moléculas, nubes moleculares, vientos estelares, regiones HII, regiones de fotodisociación, nebulosas planetarias, residuos de supernova, enriquecimiento del ISM, fases del ISM Galáctico, intercambio de material galáctico-intergaláctico.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo tanto grupal como autónomo del estudiante. El estudiante desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de las prácticas. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de dos exámenes escritos o interrogaciones orales que pueden abarcar todos los contenidos.

VII. EVALUACIÓN

Consiste en dos exámenes escrito u orales, correspondientes a Certamen I 30 %; Certamen II 30 %, Prácticas 40 %, o como disponga el profesor en conformidad con la reglamentación vigente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. A.G. G. M. Tielens, 2010, The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium, Ed. Cambridge University Press, ISBN 978-0521533720.

Bibliografía Complementaria

1. The Astrophysical Journal.
2. Astronomy and Astrophysics.
3. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Cosmología		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica-experimental que presenta los principios y conceptos básicos de la cosmología.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Observaciones Fundamentales: ¿Cuál es el propósito de la cosmología? El principio cosmológico y el principio de relatividad. Observaciones: la oscuridad del cielo. Distribución de la materia. El Corrimiento al rojo y la radiación de fondo.
2. La Oscuridad del Cielo: La paradoja de Olbers. Historia de un problema clásico de cosmología.
3. Principios de relatividad general y relatividad en astrofísica
4. La Expansión del universo: Descubrimiento de la expansión. Linealidad y dilatación del tiempo. La ley de Lemaitre. Los universos de Friedmann. Las ecuaciones de Friedmann. La densidad crítica. Una solución simple. La edad del universo.
5. Estructuras observables: Distancias (luminosidades, ángulos), luminosidad superficial en un universo en expansión. Soluciones posibles de Friedmann y sus particularidades. Test cosmológicos. El "Big Bang": Problemas de la cosmología clásica (horizonte, causalidad). Inflación. Síntesis nuclear. El origen de la radiación de fondo.
6. Observaciones recientes: Supernovas y el universo acelerado. Las estructuras en la radiación del fondo y su interpretación. Materia oscura y la formación de estructuras. Energía oscura e interpretaciones posibles.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo del estudiante. El estudiante desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de las prácticas grupales. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de dos exámenes escritos u orales que pueden abarcar todos los contenidos, definido por el profesor al inicio de la asignatura.

VII. EVALUACIÓN

Certamen escrito u oral I 30 %, Certamen escrito u oral II 50 % y Prácticas 20 %, o como disponga el profesor en conformidad con la reglamentación vigente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. P. J. E. Peebles, Principles of Physical Cosmology (Princeton University Press, Prince- ton, 2020) ISBN: 9780691209814.
2. J. A. Peacock, Cosmological Physics (Cambridge University Press, Cambridge, UK; New York, 1999). ISBN: 9780521422703.

Bibliografía Complementaria

1. Edward Harrison, 2000, Cosmology: The Science of the Universe, 2nd edition, Ed. Cambridge University Press, ISBN-13 9780521661485.
2. The Astrophysical Journal.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Mecánica de Fluidos		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura fundamental que permite conocer los fundamentos de la mecánica de fluidos y la aplicación de las ecuaciones generales de conservación, que expresan los principios básicos, al análisis de distintos tipos de flujos de interés en diversas ramas de la física.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Ecuaciones de movimiento en un sistema en rotación Coriolis, números de Rossby y Ekman, escalas.
2. Vorticidad: Teoremas de Kelvin y Taylor-Proudman, vorticidad potencial Geostrofía.
3. Turbulencia: Teoría de Kolmogorov, intermitencia y mdelo beta, turbulencia bidimensional, transferencia de energía.
4. Ecuaciones para aguas someras: Ondas de Rossby, de Poincaré y de Kelvin.
5. Efectos viscosos: Esfuerzos turbulentos de Reynolds, capa Ekman, capa límite.
6. Turbulencia geostrófica: Cuasigeostrofía; flujo en un plano beta; flujo cuasigeostrófico estratificado.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo del estudiante. El estudiante desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de tareas e informes escritos que podrán ser individuales como también grupales. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de dos exámenes escritos o por medio de interrogación oral.

VII. EVALUACIÓN

Dos evaluaciones parciales escritas y/u orales, con una ponderación de 35 % y 45 % respectivamente, además de tareas realizadas por cada estudiante, con una ponderación de un 20 %.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. R. Salmon, More Lectures on Geophysical Fluid Dynamics, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego (2020).

Bibliografía Complementaria

1. Artículos científicos de revistas del área.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Análisis de Datos Geofísicos		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura en la cual se describen y aplican técnicas estadísticas de análisis en el dominio del tiempo (autocorrelación, correlación cruzada, etc.), la frecuencia (análisis espectral) y en dominio del tiempo-frecuencia (análisis de wavelets). Estas técnicas estadísticas se aplican a datos provenientes de experimentos orientados al estudio de fenómenos geofísicos, de los cuales se entregan los aspectos teóricos básicos para una interpretación física.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Capítulo I: Mediciones en geofísica
2. Capítulo II: Análisis en el dominio del tiempo
3. Capítulo III: Análisis en el dominio de la frecuencia
4. Capítulo IV: Análisis en el dominio del tiempo-frecuencia

VI. METODOLOGÍA

Esta asignatura se desarrolla en base a clases expositivas a cargo del profesor de la asignatura, además de asignación sistemática de material de estudio individual y/o grupal, controlado periódicamente. Finalmente, se consideran sesiones de laboratorio las que están directamente relacionadas con la aplicación de los temas tratados en clases.

VII. EVALUACIÓN

Se consideran dos evaluaciones orales o escritas parciales, con una ponderación de 35 % y 45 % respectivamente. Además, se califican los informes escritos realizados por cada estudiante con una ponderación de un 20 %.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. William J. Emery and Richard E. Thomson, Data Analysis Methods in Physical Oceanography, Elsevier 2014, ISBN: 978-0-12-387782-6.
2. G. Middleton, Data Analysis in the Earth Sciences Using MATLAB (MATLAB Central File Exchange (2023)).

Bibliografía Complementaria

1. C. Chatfield. The Analysis of Time Series: An Introduction, Sixth Edition (Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science) 6th Edición (2003).
2. Artículos científicos de revistas del área.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Fundamentos en Investigación Geofísica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica		
Créditos SCT: 10		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Básica	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 270		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 206	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica-práctica avanzada que permite familiarizarse con tópicos fundamentales y de frontera en la investigación geofísica, específicamente en investigación asociada a Tierra sólida, meteorología y oceanografía. Los estudiantes deberán leer los trabajos de investigación más recientes en cada uno de estos campos y discutir las problemáticas asociadas a la investigación. Se abordarán, además, temáticas subyacentes a las metodologías y fundamentos de la investigación, ética y el desarrollo y evolución de paradigmas científicos.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Explicar los principios y las leyes fundamentales de las ciencias físicas.
2. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Método científico y contrastación de hipótesis
2. Ética en la investigación
3. Paradigmas científicos en Geofísica.
4. Bases y criterios de la revisión de trabajos científicos por pares.
5. Revisión de tópicos de frontera de la geofísica.
6. Desarrollo de un problema propuesto por el estudiante, bajo la supervisión de un profesor, cuya complejidad no sobrepase los contenidos de las asignaturas básicas y/o de especialización correspondiente al nivel del programa.

VI. METODOLOGÍA

Esta asignatura se desarrolla en base a clases teóricas y a sesiones de discusión de trabajos de investigación o mesas redondas coordinadas por el profesor y los estudiantes. Además, el estudiante desarrolla un tema o problema específico bajo la supervisión del profesor guía.

VII. EVALUACIÓN

La evaluación se llevará a cabo durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante presentaciones orales y/o trabajos escritos más certámenes individuales de tipo oral o escrito. En algunos casos se desarrollarán trabajos grupales. La nota final resulta del promedio simple entre las presentaciones-trabajos (50 %) y certámenes (50 %).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. Lowrie, W. & Fichtner, A. Fundamentals of Geophysics (3rd ed.), 2020, Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9781108685917.
2. Davis M, Davis K, Dunagan, M. Scientific papers and presentations, 2012, Elsevier Inc, 3th edition. ISBN: 9780123847270).

Bibliografía Complementaria

1. Gaster, B. & Day R. How to write and publish a scientific paper, 2016, 8th edition. Greenwood, ISBN: 9781440842809.
2. Manuscritos o trabajos de investigación de acuerdo al tema y/o problema investigado.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Geometría Diferencial		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado que presenta los fundamentos de la geometría diferencial y sus aplicaciones a las Teorías de Gauge.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.

7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Capítulo 1: Repaso de álgebra lineal, producto tensorial. Variedades, topología, pull-back y push-forward
2. Capítulo 2: Orientabilidad, integración de Lebesgue y de 1-formas. p-formas, producto exterior, derivada exterior y el teorema fundamental del cálculo exterior.
3. Capítulo 3: Elementos de teoría de grupos de Lie, álgebras de Lie, representaciones y los grupos especiales ortogonales.
4. Capítulo 4: Métrica, vielbein, forma de volumen, dual de Hodge.
5. Capítulo 5: Conexión, derivada corvariante, geodésicas y autoparalelas.
6. Capítulo 6: Curvatura de Lorentz, de Riemann, Torsión y operadores de onda sobre p-formas.
7. Capítulo 7: Elementos de fibrados, curvaturas de gauge, derivada de Lie, espacios maximalmente simétricos, polinomios invariantes y formas de Chern-Simons.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo del estudiante. El estudiante desarrollará las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de tareas. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluado por medio de un examen escrito que puede abarcar todos los contenidos. El estudiante deberá realizar una presentación final en la cual exponga una visión comprensiva y sintetizada de un tema en particular relacionando los contenidos de la asignatura, y que idealmente se conecte con el área de investigación de su tesis.

VII. EVALUACIÓN

Tareas (20%). Prueba conceptual (40%). Presentación sobre un tópico de interés del estudiante relacionado con la asignatura (40%).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. Differentiable Manifolds: A Theoretical Physics Approach, Gerardo F. Torres del Castillo, 2nd ed. 2020, Birkhäuser, ISBN-10 : 303045195X
2. David Lovelock y Hanno Rund, Tensors, Differential Forms, and Variational Principles, Dover Publications, ISBN-13 : 978-0486658407, Edición Revisada, 1989.

Bibliografía Complementaria

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

1. Ray D'Inverno - Introduction to Einstein's General Relativity, Clarendon Press, ISBN-13 : 978-0198596868, Edición Ilustrada, 1992.
2. Bernard Schutz - Geometrical methods of mathematical physics, Cambridge University Press, ISBN-13 : 978-0521298872, Primera Edición, 1980.
3. Eguchi, Gilkey y Hanson - Gravitation, Gauge Theories and Differential Geometry, Physics Reports 66(6):213-393, DOI: 10.1016/0370-1573(80)90130-1, 1980.
4. J. Zanelli, Lecture Notes on Chern-Simons (super) Gravities, https://arxiv.org/pdf/hep-th/0502193.pdf, 2005.
5. Michael Spivak, A Comprehensive Introduction to Differential Geometry, volúmenes I, II, III, IV y V, Publish or Perish, ISBN-13 : 978-0914098706, Tercera Edición 1999.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Métodos Numéricos en Plasmas		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórico-práctica que presenta los fundamentos y técnicas de simulación en plasmas. Con esto, se busca estudiar inestabilidades cinéticas y procesos no-lineales asociados al calentamiento preferencial de partículas, turbulencia y disipación en plasmas espaciales y astrofísicos.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Modelos cinéticos de simulación de plasmas: Simulaciones de partículas; ecuación de Vlasov; Grilla computacional; Integración de las ecuaciones de movimiento; Integración de los campos electromagnéticos; Interpolación; Condiciones iniciales y de borde.
2. SImulaciones Particle-In-Cell (PIC): Fluctuaciones electrostáticas; Macropartículas; Relaciones de dispersión; Oscilaciones de Langmuir; Amortiguamiento de Landau; Efectos no lineales; Inestabilidad de dos haces; Partículas trapadas; Análisis de O'Neil; Soluciones de Bernstein-Greene-Kruskal;
3. El modelo híbrido: Inestabilidades electromagnéticas lineales; Herramientas de diagnóstico; Propagación de ondas en plasmas; Saturación de inestabilidades; Funciones de distribución fuera del equilibrio termodinámico; Turbulencia y disipación en plasmas sin colisiones; Fluctuaciones electromagnéticas espontáneas; Funciones de correlación;
4. Integración de la ecuación de Vlasov: Interpolación mediante splines cúbicas. El método de Cheng y Knorr; Comparación con simulación con partículas; Métodos simplécticos.

VI. METODOLOGÍA

Clases presenciales guiadas por el profesor a cargo de la asignatura y promoviendo la discusión y debate de los contenidos con los y las estudiantes. Adicionalmente, parte de las evaluaciones comprenderán la discusión bibliográfica de aplicaciones de los métodos computacionales de simulación de plasmas, potencialmente relacionadas a los proyectos de tesis de los y las estudiantes, con el objetivo de apoyar el desarrollo de sus investigaciones.

VII. EVALUACIÓN

1. Ensayos y/o artículos escritos relacionados con los contenidos fundamentales de la asignatura, con las clases y/o con los temas específicos de investigación de los y las estudiantes.
2. Proyectos de investigación que apliquen técnicas de simulación para el estudio de fenómenos físicos en plasmas.
3. Presentaciones orales y/o debates sobre tópicos de interés del estudiante relacionado con la asignatura.
4. Otras formas evaluativas como, por ejemplo: tareas o exámenes escritos/orales, si corresponde. Las ponderaciones de cada evaluación las definirá el docente a cargo de la asignatura.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. L. Brieda (2019). Plasma Simulations by Example. CRC Press. ISBN 9781138342323.
2. C.K. Birdsall y A.B. Langdon (1991), Plasma Physics via Computer Simulation. CRC Press. ISBN 9780750310253
3. S. Jardin (2010), Computational Methods in Plasma Physics. CRC Press. ISBN 9781439810217
4. H. Hatsumoto y Y. Omura, Computer Space Plasma Physics: Simulation Techniques and Software. TerraPub. https://www.terrapub.co.jp/e-library/cspp/
5. R.W Hockney y J.W Eastwood (1988), Computer Simulation Using Particles. CRC Press. ISBN 9781138413375.

Bibliografía Complementaria

1. Journal of Computational Physics, Elsevier. https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-computational-physics
2. Physics of Plasmas, American Institute of Physics (AIP). https://aip.scitation.org/journal/php
3. The Astrophysical Journal, The Institute of Physics (IOP). https://iopscience.iop.org/journal/0004-637X.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Óptica Cuántica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura de especialización está orientada a entregar los elementos básicos para la descripción y comprensión de las propiedades cuánticas del campo electromagnético y sus aplicaciones. Entregará las herramientas básicas para iniciarse en la investigación científica en el área de las tecnologías cuánticas basadas en el uso de la luz.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.

6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
8. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
9. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Cuantización del campo electromagnético (CEM).
2. Estados de un modo del CEM.
3. Estados de varios modos del CEM.
4. Teoría cuántica de la detección.
5. Óptica cuántica no-lineal.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos y/o métodos numéricos.

VII. EVALUACIÓN

Tareas (20%). Evaluación escrita (50%). Presentación Oral (30%).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. “The quantum theory of light”. Rodney Loudon. Oxford Science Publication. Third Edition (2000). ISBN: 0198501773
2. “Introductory Quantum Optics”. Christopher Gerry y Peter Knight. Cambridge University Press. First Edition (2004). ISBN: 052152735X.
3. “Quantum Optics”, Marlan O. Scully and M. Suhail Zubairy (Cambridge University Press, Cambridge, 1997). ISBN 978051181399.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Plasmas Astrofísicos		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado que entrega conocimientos, metodologías y enfoques disciplinarios respecto a la física de plasmas en el contexto de la física espacial y astrofísica, lo que incluye estudiar, cuantificar y entender la dinámica compleja de los plasmas en el espacio inteplanetario y de plasmas no colisionales en el Universo.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. **Conceptos fundamentales de Plasmas espaciales y astrofísicos:** Ecuaciones básicas de la electrodinámica espacial; Campos electromagnéticos en el espacio interplanetario e interestelar; Partículas en el espacio.
2. **Descripción estadística de plasmas:** Ensembles en el espacio de fase. Teorema de Liouville. La jerarquía BBGKY. Integral de Colisiones de Boltzmann. El teorema H de Boltzmann. La ecuación de Fokker-Planck. El operador de Krook.
3. **Descripción cinética de plasmas astrofísicos:** La ecuación de Vlasov. Ondas e inestabilidades lineales. Resonancias onda-partícula. El cono de Cerenkov. Scattering resonante. Scattering de Rayos cósmicos. Aceleración de electrones. Emisión máser y sincrotrón. Pulsares como sondas del medio interestelar. El plasma de pares.
4. **Magnetohidrodinámica:** Las ecuaciones fundamentales. Magnetohidrostática. Ondas magnetohidrodinámicas. Inestabilidades magnetohidrodinámicas. Vientos estelares magnetizados. Jets de discos de acreción. Reconexión magnética.
5. **Física espacial y plasmas astrofísicos: Corona solar; Tormentas solares;** Calentamiento coronal; Vientos Solar y estelares; Campos Magnéticos Interplanetarios; Corrientes en plasmas; Magnetósferas; Ondas de choque y bordes en plasmas espaciales; Inestabilidades en plasmas espaciales.

VI. METODOLOGÍA

Clases expositivas guiadas por el profesor a cargo de la asignatura y promoviendo el debate de los contenidos de parte de los y las estudiantes. Adicionalmente, parte de las evaluaciones comprenderán la discusión bibliográfica de aplicaciones de la física de plasmas, potencialmente relacionadas a los proyectos de tesis de los y las estudiantes, con el objetivo de apoyar el desarrollo de sus investigaciones.

VII. EVALUACIÓN

1. Análisis de código numérico entregado por el docente.
2. Desarrollo de un código numérico por parte del estudiante.
3. Presentaciones orales y/o debates sobre tópicos de interés del estudiante relacionado con la asignatura.
4. Otras formas evaluativas como, por ejemplo: tareas o exámenes escritos/orales.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

Bibliografía Básica

1. L G. K. Parks (2018), *Characterizing Space Plasmas: A Data Driven Approach.* Springer. ISSN 0941-7834
2. G. K. Parks (2019), *Physics of Space Plasmas: An Introduction*. Routledge Press. ISBN: 978-0-367-28292-9.
3. T. Tajima (2019), *Plasma Astrophysics*. CRC Press. ISBN 978-0367091934
4. M. G. Kivelson (2019). *Introduction to Space Physics.* Cambridge University Press. ISBN: 9781139878296. DOI: 10.1017/9781139878296
5. V. Krishan (1999), *Astrophysical Plasmas and Fluids*. Springer. ISBN 978-0-7923-5490-1. DOI 10.1007/978-94-011-4720-0.

Bibliografía Complementaria

1. J Physics of Plasmas, American Institute of Physics (AIP). https://aip.scitation.org/journal/php
2. The Astrophysical Journal, The Institute of Physics (IOP). https://iopscience.iop.org/journal/0004-637X
3. Journal of Geophysical Research, AGU Journals. https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/journal/21562202

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Teoría Clásica de Campos		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado que presenta los fundamentos físicos y el formalismo matemático de la teoría clásica de campos.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV. CONTENIDOS

I. El Campo Electromagnético

1. Grupos Unimodulares: SU(2) y SU(3)
1.1 Introducción
1.2 Representaciones de SU(2)
1.3 Representaciones de SU(3

2. El Grupo de Lorentz
2.1 Introducción
2.2 Transformaciones de Lorentz y Aplicaciones
2.3 Representaciones del Grupo de Lorentz

3. Teoría de Campos Relativistas
3.1 El Campo Electromagnético
3.2 Forma Covariante de las Ecuaciones de Maxwell

II. El Campo Gravitacional

1. Introducción Matemática
1.1 Tensores en Espacios Curvos
1.2 Tensor de Curvatura y sus propiedades
1.3 Tensor de Einstein

2. Teoría de la Gravitación de Einstein
2.1 Ecuaciones de Campo de Einstein
2.2 Formulación Lagrangiana de la Teoría General de la Relatividad
2.3 Tensor Energía Momentum

3. Campo Gravitacional de Sistemas Masivos
3.1 Solución de Schwarzchild exterior
3.2 Forma de Eddington-Finkelstein de la métrico de Schwarzschild. Coordenadas de Kruskal
3.3 Puente de Einstein-Rosen: Agujeros de gusano

III. Los Campos Nucleares

1. Introducción
1.1 La conexión de Einstein. Teoría de Gauge de Weyl
1.2 Mecánica Cuántica y Teoría de gauge
1.3 Invariancia local de gauge de la QED

2. Teoría de Campos de Yang-Mills
2.1 Conceptos fundamentales
2.2 Geometría de la simetría local de gauge
2.3 La acción de Yang-Mills

3. Quiebre Espontáneo de Simetría

3.1 Introducción
3.2 Quiebre espontáneo de simetría global: campos de Goldstone
3.3 Quiebre espontáneo de simetría local: mecanismo de Higgs

IV. El Campo Electromagnético

1. Grupos Unimodulares: SU(2) y SU(3).
1.1 Introducción.
1.2 Representaciones de SU(2).
1.3 Representaciones de SU(3).
2. El Grupo de Lorentz
2.1 Introducción.
2.2 Transformaciones de Lorentz y Aplicaciones.
2.3 Representaciones del Grupo de Lorentz.
3. Teoría de Campos Relativistas
3.1 El Campo Electromagnético.
3.2 Forma Covariante de las Ecuaciones de Maxwell.

V. El Campo Gravitacional

1. Introducción Matemática.
1.1 Tensores en Espacios Curvos.
1.2 Tensor de Curvatura y sus propiedades.
1.3 Tensor de Einstein.
2. Teoría de la Gravitación de Einstein.
2.1 Ecuaciones de Campo de Einstein.
2.2 Formulación Lagrangiana de la Teoría General de la Relatividad.
2.3 Tensor Energía Momentum.
3. Campo Gravitacional de Sistemas Masivos.
3.1 Solución de Schwarzchild exterior.
3.2 Forma de Eddington-Finkelstein de la métrico de Schwarzschild. Coordenadas de Kruskal.
3.3 Puente de Einstein-Rosen: Agujeros de gusano.

VI. Los Campos Nucleares

1. Introducción.
1.1 La conexión de Einstein. Teoría de Gauge de Weyl.
1.2 Mecánica Cuántica y Teoría de gauge.
1.3 Invariancia local de gauge de la QED.
2. Teoría de Campos de Yang-Mills.
2.1 Conceptos fundamentales.
2.2 Geometría de la simetría local de gauge.
2.3 La acción de Yang-Mills.
3. Quiebre Espontáneo de Simetría.
3.1 Introducción.
3.2 Quiebre espontáneo de simetría global: campos de Goldstone.
3.3 Quiebre espontáneo de simetría local: mecanismo de Higgs.

V. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo de las personas inscritas. Ellas desarrollarán las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de dos certámenes. La comprensión y el análisis conceptual global de la asignatura será evaluada por medio de informes individuales.

VI. EVALUACIÓN

Se realizarán dos evaluaciones parciales, con una ponderación de 35% la primera, 45% la segunda y se califican los informes realizados por cada estudiante, con una ponderación de un 20%.

VII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía básica

1. Electrodynamics and Classical Theory of Fields and Particles, Barut, A.O. Dover Publications, 1980. IBSN 10: 0486640388, IBSN 3: 9780486640389.
2. Classical Theory of Gauge Fields, Rubakov, V., Princeton University Press 2002, ISBN: 9780691059273.

Complementaria

1. Aspects of Symmetry. Coleman, S., Cambridge University Press, 1988. IBSN: 9780511565045.
2. Artículos científicos de revistas del área.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Teoría Cuántica de Campos		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado que presenta los fundamentos físicos y el formalismo matemático de la Teoría Cuántica de Campos y el cálculo de procesos a nivel árbol.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV. CONTENIDOS

1. Repaso de Relatividad Especial, Teoría Clásica de Campos y Mecánica Cuántica.
2. El campo de Klein-Gordon. Cuantización Canónica del Campo Escalar Libre.
3. Campo Espinorial Libre. Cuántización canónica del campo de Dirac.
4. Interacción de Campos Cuánticos. El cuadro de interacción. Operador de evolución temporal. La matriz S. Teorema de Wick. Procesos simples con interacción de Yukawa y teoría lambda*phi^4
5. Campo electromagnético. Teoría de gauge clásica. Cuantización canónica en los gauges de Coulomb y de Lorentz. Cuantización covariantes y el método de Gupta-Bleuler. El propagador de Feynman. Electrodinámica Cuántica. Reglas de Feynman para la electrodinámica cuántica. Scattering de Moller y Scattering de Compton
6. Funciones de correlación, Formalismo LSZ, e introducción a la integral funcional.

V. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo de las personas inscritas. Ellas desarrollarán las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de dos certámenes. La comprensión y el análisis conceptual global de la asignatura será evaluada por medio de un examen oral.

VI. EVALUACIÓN

Certámenes (40%=20%+20%)
Interrogación global (60%)

VII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía básica

1.Quantum Field Theory for the Gifted Amateur, Tom Lancaster, Stephen J. Blundell, Oxford University Press (2014) ISBN-10: 019969933X

2.Quantum Field Theory and the Standard Model, Matthew D. Schwartz, Cambridge University Press (2013) ISBN-10: 1107034736

3.Photons and Atoms: Introduction to Quantum Electrodynamics, Claude Cohen-Tannoudji, Jacques Dupont-Roc, Gilbert Grynberg, Wiley-VCH (1997) ISBN-10: 0471184330

4.Lecture Notes on Quantum Field Theory, David Tong. https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/qft.html, 2007

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Relatividad General		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórica de nivel avanzado que presenta los fundamentos físicos y el formalismo matemático de la Teoría General de la Relatividad de Einstein.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.

8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV. CONTENIDOS

1. Resumen de Relatividad Especial. Tiempo propio. Dilatación del tiempo. Transformaciones de Lorentz. Energía y momentum. Electrodinámica. Tensor energía-momentum. Hidrodinámica relativista.
2. La Teoría gravitacional de Newton y motivaciones para RG. Ley de gravitación universal. Fuerzas de marea. Conflicto con Relatividad especial. Observadores acelerados y gravedad.
3. Formalismo matemático. Geometría Riemanniana: métrica, conexión. Tensor de Curvatura. Identidades de Bianchi. Tensor de Ricci, Escalar de Ricci y Tensor de Einstein.
4. Teoría de la Gravitación de Einstein. Gravitación como curvatura del espaciotiempo. Límite newtoniano. Ecuaciones de Campo de Einstein. Métrica, trayectorias y tiempo propio.
5. Campo gravitacional de una masa esféricamente simétrica. Solución de Schwarzschild exterior. Problema de Kepler y Desplazamiento del perihelio de Mercurio. Trayectoria de un rayo de luz en un campo de Schwarschild. Corrimiento hacia el rojo de las líneas espectrales. El radio de Schwarzschild.
6. Agujeros negros. Agujeros negros no-rotantes. Forma de Eddington-Finkelstein de la metrica de Schwarzschild.
7. Aspectos básicos de Cosmología Estándar. La métrica de Robertson-Walker. Observadores comóviles. Redshift Cosmológico. Distancias en Cosmología. Relación distancia de luminosidad-redshift.

V. METODOLOGÍA

La asignatura consiste en clases teóricas presenciales y trabajo autónomo de las personas inscritas. Ellas desarrollarán las habilidades necesarias para aplicar el conocimiento obtenido por medio de tareas. La comprensión y el análisis conceptual de la asignatura será evaluada por medio de un examen escrito. Cada estudiante deberá realizar una presentación final en la cual exponga una visión comprensiva y sintetizada de un tema particular relacionando los contenidos de la asignatura, y que idealmente se conecte con el área de investigación de su tesis.

VI. EVALUACIÓN

Tareas. (50%)
Prueba conceptual. (30%)
Presentación sobre un tópico de interés del estudiante relacionado con la asignatura (20%)

VII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Biblografía básica

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

1. James B. Hartle, Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Cambridge University Press; 1er edición 2021, ISBN-10 : 1316517543
2. R. D' Inverno, Introducing Einstein's Relativity, Clarendon Press, Oxford, (1992). ISBN: 9780198596868.
3. C.W. Misner, K.S. Thorne and J.A. Wheeler, Gravitation, W.H. Freeman and Company, San Francisco, (1973). ISBN-10: 9780691177793
4. S. Weinberg, Gravitation and Cosmology, Wiley, New York, (1972). ISBN-13: 978-0471925675

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Información cuántica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

I. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura de especialización está orientada a entregar las nociones físicas básicas y las herramientas matemáticas imprescindibles para la descripción y compresión de la Teoría Cuántica de la Información. Entrega además las herramientas básicas para iniciarse en la investigación científica teórica en el área de la Teoría Cuántica de la Información.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

II. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.

8. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
9. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

III. CONTENIDOS

1. Introducción
- Revisión breve de los postulados de la Mecánica Cuántica
- Mediciones generalizadas y procesos cuánticos

2. Realidad, Determinismo y Localidad
- Revisión del artículo “Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?” de Einstein, Podolsky y Rosen
- Teoría de variables ocultas y Desigualdad de Bell
- Desigualdad de Clauser-Horne-Shimony-Holt
- Test de Greenberger-Horne-Zeilinger
- Realizaciones experimentales de desigualdades tipo Bell y Loopholes

3. Teoremas de No-go
- Teorema de No-Cloning de estados cuánticos puros desconocidos
- Máquina de clonado universal
- Máquina óptima de clonado universal
- Máquina óptima de clonado universal via no-signaling constraint
- Teoremas de No-Broadcasting, No-Erasure y No-Deleting
- Realización experimental de la maquina universal de clonado óptima
- Teorema de No-Cloning en Teorías de Probabilidades Generalizadas

4. Comunicaciones cuánticas
- Teleportación de estados cuánticos
- Realización experimental de Teleportación de estados cuánticos
- Teleportación multicanal
- Criptografía cuántica: protocolos BB84 y Ek92
- Decoy states
- Realización experimental del protocolo BB84
- Quantum Hacking y Criptografía cuántica dispositivo-independiente
- Quantum Commitment

5. Discriminación de estados cuánticos puros no ortogonales
- Discriminación con mínimos error
- Realización experimental de discriminación con mínimos error
- Discriminación sin ambigüedad
- Realización experimental de discriminación sin ambigüedad
- Discriminación con confianza máxima
- Realización experimental de discriminación con confianza máxima
- Discriminación con tasa fija de resultados inclusivos
- Realización experimental de discriminación con tasa fija de resultados inclusivos
- Separación paramétrica de estados puros no ortogonales

6. Nociones breves de la Teoría de Entrelazamiento

- Entrelazamiento de estados puros: descomposición de Schmidt, coeficientes de Schmidt, entropía, pureza
- Entrelazamiento de estados mixtos: Criterio de Traspuesta parcial y Negatividad
- Propiedades de las medidas de entrelazamiento
- Construcción de medidas de entrelazamiento por medio de funcionales convexos
- Estados de Werner y conexión con Desigualdad de CHSH
- Concentración de entrelazamiento de estados puros por medio de estrategias de discriminación.
- Entrelazamiento multipartito y entrelazamiento geométrico
- Testigos de entrelazamiento

7. Estimación de estados cuánticos

- Concepto de tomografía de estados cuánticos
- Métodos de tomografía cuántica: tomografía estándar, tomografía en bases mutuamente no sesgadas, tomografía por medio de mediciones generalizadas
- Estados no físicos y estimación via Máxima verosimilitud
- Caso multipartito
- Tomografía vía Compress sensing y Matrix product states
- Realizaciones experimentales de métodos tomográficos
- Teoría de estimación: Información de Fisher, Información de Fisher cuántica, desigualdad de Cramér-Rao, Desigualdad de Gill-Massar
- Tomografía estándar adaptativa
- Estimación de estados via optimización

IV. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos y/o métodos numéricos.

V. EVALUACIÓN

Evaluaciones escritas. Presentaciones orales. Tareas.

VI. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía básica

1. “Quantum Computation and Quantum Information”. Isaac Chuang y Michael Nielsen. Cambridge University Press. (2010). ISBN: 9781107002173

2. “Introduction to the Theory of Quantum Information Processing”. János A. Bergou y Mark Hillery. Springer. (2013). ISBN: 978-1489998439

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Caracterización de materiales		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórico-práctica que presenta los conceptos básicos para caracterizar nanomateriales.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.

8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV. CONTENIDOS

MODULO 1: TÉCNICAS Y ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

- Fundamentos Cristalografía
- Enrejado recíproco
- Generación de rayos X
- Espectro característico
- La ley de Bragg
- Métodos de difracción
- Laue, cristal y polvo
- Proyección estereográfica
- La intensidad de los haces difractados
- calcular factor de estructuras
- Camaras de Laue, Debye-Scherer, Seeman Bohlin y de enfoque.
- Ensanchamiento de línea
- Tamaño de partícula
- Tamaño de los cristalitos
- La medición de parámetros precisa
- La identificación de fase
- La cuantificación de fase
- Determinación de la estructura cristalina
- Parámetro de red
- La tensión residual
- Catálogo de Materiales
- Identificación ASTM.

MODULO 2: MICROSCOPÍA

- Microscopio electrónico de transmisión (TEM)
- Microscopio electrónico de barrido (SEM)
- Microscopio de efecto túnel (STM)
- Microscopio de fuerza atómica (AFM).

MODULO 3 ANÁLISIS QUÍMICO Y TÉRMICO AVANZADA

- Espectroscopía Química de superficie.
- Emisión espectroscopía de masas y de rayos X.
- Espectroscopía de rayos X por dispersión de energía (EDX)
- Espectroscopía electrónica para análisis químicos (ESCA),
- Espectroscopía ultravioleta fotoelectrónica (UPS)
- Espectroscopía fotoelectrones de rayos X (XPS)
- Espectroscopía de electrones Auger (AES),
- Espectroscopía Raman
- Espectrometría de masas de iones secundaria (SIMS)
- Difracción de electrones de baja energía (LEED),
- Difracción de electrones reflejados de alta energía (RHEED)
- Termogravimetria (TGA).

V. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de laboratorio en las que se realizaran caracterizaciones y análisis de resultados.

VI. EVALUACIÓN

Se realizarán certámenes escritos y una presentación del trabajo realizado en el laboratorio. La calificación final estará compuesta por:

- 70% nota de certámenes y/o presentación
- 30% Nota de laboratorio

VII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía básica

1. Gaisford, S., In Kett, V., & In Haines, P. J. (2016). *Principles of thermal analysis and calorimetry*. Cambridge. United Kingdom: The Royal Society of Chemistry
2. Whan, Ruth E. (2019) *Materials Characterization*, ASM International. Handbook Committee, Volumen 9, Número 10. USA: American Society for Metals
3. Williams, David B., Carter, C. Barry (2009) *Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science.* Boston, MA. USA : Springer
4. Skoog, Douglas A., Holler, F. James and Crouch, Stanley R. (2017) *Principles of Instrumental Analysis.* Westlake Village, CA, U.S.A. : Cengage Learning
5. Cullity, B. D, Stock S. R. *(*2003) *Elements of X-Ray Diffraction* Westlake Village, CA, U.S.A.: Pearson Education

Bibliografía Complementaria

1. Brandon D. G. (1966) *Modern Techniques in Metallography.* London, Butterworths. UK : D. Van Nostrand Company
2. Brandon D. G. (1971) *Modern metallographic techniques and their applications*.New York, USA: Wiley-Interscience

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Semiconductores nanoestructurados		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura presenta conceptos básicos del nanoestructurado y sus aplicaciones en celdas solares.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.

8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV. CONTENIDOS

MÓDULO 1: FUNDAMENTOS DE LA SEMICONDUCTORES

Bandas de energía y los portadores de carga en semiconductores: semiconductores directos e indirectos (HUMO y LUMO), el diagrama E-k, densidad de estados, la probabilidad de ocupación, nivel de Fermi, uniones - PN, heteroestructuras y contactos óhmicos.

MÓDULO 2: INTRODUCCIÓN A NANOMATERIALES

Materiales amorfas, cristalinas, micro-cristalinas, cuasi-cristalinas y nano-cristalinas - histórico de los nanomateriales - Clasificación de Nanomateriales (Clasificación de Gleiter) - los cambios por los efectos del tamaño.

MÓDULO 3: EFECTO CUANTICO

Confinamiento cuántico, Clasificaciones de nanoestructuras - nano puntos, partículas cuánticos - películas de nanohilos/nanocables, con multicapa. Efectos por las propiedades: mecánica, electrónica, óptica, y térmicas.

MÓDULO 4: CERO DIMENSIONAL NANOMATERIALES

Nanopartículas - Propiedades - Procesamiento - procesamiento estado líquido - proceso sol-gel, síntesis (química húmeda) - procesamiento estado vapor (PVD, CVD), procesamiento de aerosol, procesamiento de estado sólido; - la síntesis mecano-química mecánica.

MÓDULO 5: UNIDIMENSIONAL NANOMATERIALES

Los nanotubos de carbono Antiguas y nuevas formas de carbono - Estructura de la CNT y la clasificación y Procesamientos de preparación - La ablación con láser - Óxido asistida crecimiento - por reacciones térmicas - evaporación térmica - Temperatura de síntesis basado - Electro hilatura - crecimiento vapor-sólido (VS crecimiento) - vapor - líquido - sólido crecimiento (técnica VLS) – Aplicaciones.

MÓDULO 6: PROCESAMIENTOS Y PREPARACIONES:-TÉCNICAS AVANZADAS

Rutas coloidales, deposición por método química (CVD), CVD con oxido metálico (MOCVD), Sputtering, crecimiento por epitaxia molecular, Epitaxia Atomic y litografía. Procesamiento medio Ambiental, cámaras limpia:- Las especificaciones y el diseño, la pureza del aire y el agua, los requisitos para los procesos particulares.

MÓDULO 7: CARACTERIZACIÓN DE NANOMATERIALES

Nano sangría - Tipos de nanoindentador - factores Fuerza de accionamiento de desplazamiento Medición- afectan nanoindentation- microscopio de fuerza atómica (AFM)

- microscopio de efecto túnel (STM) - Modo de Fuerza Electrostática (EFM) - Modo Fuerza magnética (MFM) - microscopio electrónico de barrido (SEM) - microscopio electrónico de transmisión (TEM).

V. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de laboratorio.

VI. EVALUACIÓN

Se realizarán 2 o 3 certámenes (definido por el profesor al inicio de la asignatura) escritos durante el semestre y un examen escrito. La calificación final estará compuesta por:

1. El término medio de los certámenes (o nota de presentación) constituye el 70% de la nota final.
2. El examen constituye el 30% restante.

VII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Básica

1. Semiconductor Nanoestructures, Thomas Ihn, OXFORD UNIVERSITY PRESS (2010)
2. Quantum Wells, Wires and Dots, IV Ed Paul Harrison and Alex Valavanis, WILEY PRESS (2016).
3. Advanced Physics of electron transport in semiconductors and Nanosfructures, by Massimo V F & William G V, SPRINGER PRESS (2016).

Recomendada:

1. Artículos científicos de revistas del área

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Teoría del láser		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura de especialización está orientada a entregar los elementos fundamentales para la descripción y comprensión de la teoría física detrás del funcionamiento del láser, los distintos tipos de láser y sus aplicaciones. Entregará al estudiante las herramientas básicas para describir las tecnologías láseres más útilizadas en física e ingeniería moderna.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.

8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV. CONTENIDOS

1. Descripción de la física de láseres.
2. Óptica de haces y resonadores.
3. Dinámica de láseres.
4. Tipos de láseres y amplificadores.
5. Aplicaciones de láseres.

V. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de resolución de ejercicios en grupo.

VI. EVALUACIÓN

Tareas. Evaluacion escrita. Presentación Oral.

VII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía básica

1. “Lasers”, Anthony E. Siegman. (University Science Book, Mill Valley CA, 1986) ISBN 0935702115.
2. “Laser Physics”, Peter W. Milonni y Joseph H. Eberly. (John Wiley & Sons, Hoboken NJ, 2010) ISBN 9780470387719.
3. “Lasers: Fundamentals and Applications”. K. Thyagarajan y Ajoy Ghatak. (Springer, New York, 2010) ISBN 9781441964410.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I.- IDENTIFICACIÓN

Nombre: Óptica Atómica y Molecular		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II.- DESCRIPCIÓN

Esta asignatura de especialización está orientada a entregar los elementos fundamentales para la descripción y compresión de la estructura de los átomos alcalinos, su interacción con la radiación y las técnicas experimentales para su manipulación. Entregará al estudiante las herramientas básicas para entender las técnicas más útilizadas en física atómica moderna.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.

7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV.- CONTENIDOS

1. El átomo de hidrógeno.
2. El átomo de helio y los alcalinos.
3. Acomplamiento LS (spin-órbita).
4. Estructura hiperfina del átomo
5. Interacción átomo-radiación.
6. Espectroscopía libre de Doppler.
7. Enfriamiento atómico.
8. Trampas magnéticas y codensados de Bose-Einstein.
9. Amplicaciones de átomos fríos.
10. Moléculas diatómicas.

V.- METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas grupales de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos y/o métodos numéricos.

VI.- EVALUACIÓN

Tareas. Evaluación escrita. Presentación Oral.

VII.- BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía básica

1. “Atomic Physics”, Christopher J. Foot. (Oxford University Press, Oxford, 2005) ISBN 0198506961
2. “Atoms, Molecules and Optical Physics 2”, Ingolf V. Hertel y Claus-Peter Schulz. (Springer, Heidelberg, 2015) ISBN 978-3642543128

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I.- IDENTIFICACIÓN

Nombre: Nanomateriales en fotovoltaica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II.- DESCRIPCIÓN

Asignatura teórico-práctica que presenta los conceptos básicos para procesar y fabricar materiales semiconductores nanoestructurados para su aplicación en celdas solares.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV.- CONTENIDOS

MÓDULO 1 TEORÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS: Formulación teórica de la célula solar - Las células solares de tercera generación. Separación de carga en semiconductores compuestos - Estrategias para captura y el transportar electrones fotogenerada.

MÓDULO 2 NANOESTRUCTURAS DE SEMICONDUCTORES: Nanocristales, nanocables y nanotubos de semiconductor - nanocables de TiO_2 - nanocables de ZnO - nanotubos de TiO_2 - nanotubos de ZnO - nanopartículas para céldas solares flexibles – Los nanomateriales de bajo costo para hacer dispositivos fotovoltaicos - Nanoconos para céldas solares de bajo costo - celda solar y otras fuentes de energía - nanomateriales híbridos cual mejora la eficiencia.

MÓDULO 3 NANOTUBOS DE CARBONO (CNT): Nanotubos de carbono (CNT) como conductores para transporte de carga - Procesos básicos implicados en nanopartículas de formaciones pared única de CNT (SWCNT), CNT multipared (MWCNT), electrodo transparente - plataforma nanocarbono para celdas solares - rendimiento de nanocompuestos - aplicación de nanomateriales como fotoanodos - aplicación de nanomateriales inorgánicos en fotocátodos

MÓDULO 4 CELDAS SOLARES BASADA EN PUNTO CUÁNTICA: Celdas solares de puntos cuánticos (QD-SCS) - preparación in situ - crecimiento ex situ - celdas solares de QD con estructura de doble capa - optimización del rendimiento de los puntos cuánticos en el QD-SC - Ajuste de bandgaps - fenómenos de generación de excitones múltiple (MEG) y la transferencia de energía/carga.

MÓDULO 5 CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS CON TINTAS (DSSC): Principios y operaciones - Experimentos de rendimiento- voltaje versus fotocorriente (I-V) – Espectro de fotocorriente - Ingeniería Molecular - Compuestos de Donantes y Antenas - celdas solares orgánicas y de nanocables - nanopartículas - aplicaciones- materiales metálicos para contra-electrodo (CEs) - compuestos de materiales Carbon CEs - Metal CEs - nanopartículas de tipo p- como electrolitos de estado sólido - crecimiento de titanio nanoestructurado por método hidrotermal - solidificación del electrolito líquido por nanopartículas inorgánicas - nanomateriales inorgánicos que absorbe la luz - DSSC fuente de alimentación como auxiliar para el automóvil - aplicación de nanomateriales inorgánicos en electrolitos de estado sólido o cuasi-sólido.

V.- METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de laboratorio en las que se verá el funcionamiento de una celda solar y algunos tipos de celdas. Todo esto se completará con sesiones prácticas en el laboratorio donde los estudiantes aprenderán a fabricar una celda y a caracterizarlas.

VI.- EVALUACIÓN

Se realizarán certámenes escritos y una presentación del trabajo realizado en el laboratorio.
La calificación final estará compuesta por:
- 70% nota de certámenes y/o presentación
- 30% Nota de laboratorio

VII.- BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía básica

1. Ratner, Mark; Ratner, Daniel (2002) *Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Next Big Idea*. USA : Pearson Education
2. Singh, Jaspriy. (1996) *Optoelectronics: An Introduction to Materials and Devices* : USA: McGraw-Hill
3. Bhattacharya, Pallab (2003) *Semiconductor Optoelectronic Devices*. USA : Pearson education
4. Bimberg, Dieter; Grundmann, Marius; Ledentsov, Nikolai N. (1999) *Quantum Dot Heterostructures*. : Wiley

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Óptica Moderna		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura de especialización está orientada a entregar los elementos fundamentales para la descripción y compresión de la teoría ondulatoria de la luz para la óptica. Entregará al estudiante las herramientas básicas para abordar problemas de la óptica experimental desde una perspectiva teórica.

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Al término de la asignatura, los estudiantes deben ser capaces de:

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

IV. CONTENIDOS

1. Fundamentos de la teoría escalar de la difracción.
2. Difracción de Fresnel y Fraunhoffer
3. Análisis de sistemas ópticos coherentes.
4. Análisis en frecuencia de sistémas ópticos de imagen.
5. Modulación del frente de onda.
6. Teoría de la coherencia de segundo orden de un campo escalar.
7. Teoría de la coherencia de segundo orden de un campo vectorial.
8. Correlaciones de orden superior.
9. Teoría semiclásica de la fotodetección.

V. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos y/o métodos numéricos.

VI. EVALUACIÓN

Tareas. Evaluación escrita. Presentación Oral.

VII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía básica

1. “Introduction to Fourier Optics”, Joseph W. Goodman (Roberts & Co. Publishers. Englewood, Tercera edición 2005). ISBN 0974707724
2. “Optical Coherence and Quantum Optics”, Leonard Mandel y Emil Wolf (Cambridge University Press, Cambridge, 1995). ISBN 0521417112.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Modelación aplicada del océano		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura de nivel intermedio y de carácter aplicado que presenta el uso de modelos numéricos en la simulación de la circulación oceánica.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.

7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Breve introducción a la modelación numérica.
2. Introducción a Matlab y Linux.
3. Herramientas de pre y post-procesamiento.
4. Generación de mallas.
5. Forzamiento atmosférico y reanálisis del océano.
6. Validación de modelos numéricos.
7. Sub-modelos de transporte lagrangianos.
8. Sub-modelos biológicos y de sedimento.
9. Acoplamiento Océano-Atmósfera.
10. Predicción oceánica.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos y/o métodos numéricos.

VII. EVALUACIÓN

30% Primera evaluación escrita. 30% Segunda evaluación escrita. 30% Informe de proyecto. 10% Evaluación oral.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Básica:

1. Ferziger, Joel H., and Milovan Peric. Computational methds for fluid dynamics. 3rd Ed. Springer Science & Business Media, 426 pp., 2012. ISBN: 3540420746.
2. Fernando, Hrindra Joseph, ed, Hanbook of Environmental Fluid Dynamics, Volume Two: Systems, Pollution, Modeling, and Measurements. Vol.2. CRC press, 635 pp, 2012. ISBN- 10:1439816697.

Recomendada:

1. Kämpf, J. Advanced Ocean Modelling:Using Open-Source Software. Springer,181 pp., 2010. ISBN:10; 3642423191.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Modelación numérica de la atmósfera		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura de nivel intermedio y de carácter aplicado que enseña el uso de modelos numéricos en la simulación dinámica de la atmósfera.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.

8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

- Breve introducción a la modelación numérica.
- Introducción a Matlab y Linux.
- Herramientas de pre y post-procesamiento.
- Generación de dominios y anidamientos.
- Forzamiento atmosférico y reanálisis atmosférico.
- Validación de modelos numéricos.
- Sub-modelos de transporte atmosférico.
- Acoplamiento Océano-Atmósfera.
- Predicción atmosférica.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos y/o métodos numéricos.

VII. EVALUACIÓN

30% Primera evaluación escrita. 30% Segunda evaluación escrita. 30% Informe de proyecto. 10% Evaluación oral.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Básica:

1. Donner, Leo, Wayne Schubert, and Richard Somerville, eds. The Development of Atmospheric General Circulation Models: Complexity, Synthesis and Computation. Cambridge University Press, 2011. ISBN-10:0521190061.
2. Steyn, Douw G. Introduction to Atmospheric Modelling. Cambridge University Press, 2015. ISBN-10 1107499798.

Recomendada:

1. Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability. Cambridge, Kalnay, E, 0521796296 University Press 2006. ISBN-10.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Interacción entre ondas electromagnéticas y el océano		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

En este curso se estudia la física de la interacción entre ondas electromagnéticas y las aguas marinas, con mayor énfasis en las ondas decamétricas. El curso se introduce con la revisión de aspectos básicos de la teoría electromagnética, para luego dedicarse al estudio de la interacción de las ondas electromagnéticas con las aguas oceánicas, y terminar con un estudio detallado de la teoría de antenas pertinentes al tema.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

- Revisión de algunos conceptos básicos de la electrodinámica: Método de imágenes, expansión en multipolos, funciones de Green, gauges, potenciales retardados, radiación dipolar.
- Interacción de ondas electromagnéticas con el agua de mar: ocean reflectivity, conductivity, función dieléctrica, absorption, skin depth, efecto de la rugosidad, scattering, emisión por la superficie oceánica.
- Radiación de antenas en ondas decamétricas y milimétricas.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos.

VII. EVALUACIÓN

Cada estudiante redactará una monografía sobre un tema de su interés, en el contexto de los temas discutidos en el curso, la que será entregada por escrito (70%) y presentada públicamente (30%). La evaluación se realiza mediante una rúbrica conocida de antemano por los alumnos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Básica:

1. Principles of ocean physics, J. R. Apel. International geophysics series, Academinc Press (2015). ISBN: 120588668.
2. Antenna theory analysis and design, C. A. Balanis, John Wiley & Sons (2010). ISBN: 978047166782.
3. Introduction to electrodynamics, D. J. Griffiths, Pearson Education Limited (2009), ISBN: 9780321856562.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Percepción remota en Geofísica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

En esta asignatura se abordarán los principios físicos básicos del funcionamiento de un sistema de teledetección geofísica. Se explicará y se aprenderá prácticamente sus principales aplicaciones y limitaciones, a través del análisis e interpretación básica de imágenes satelitales de fenómenos terrestres, oceánicos o atmosféricos de eventos pasados y presentes, utilizando un Software de Integración Geográfico (SIG). Gracias a este medio se realizarán diferentes etapas, tales como el preprocesamiento (Correcciones atmosféricas y radiométricas), extracción de datos, cálculo de índices comunes que permiten por ejemplo la evaluación cuantitativa de las cubiertas terrestres (vegetación, masa de agua o nieve) así como la calificación y validación de aquellas metodologías.

Este curso permitirá primero al estudiante obtener una visión amplia de la importancia y aporte de las técnicas de percepción remota; segundo aprender a utilizar un software SIG, elemento esencial de la gestión territorial y de utilización de datos satélite, y finalmente a través de este último practicar las técnicas bases de teledetección.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.

2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
6. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
7. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
8. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
9. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

- El espectro electromagnético: regiones de importancia en el espectro electromagnético, términos y unidades de medida, comportamiento de las diferentes cubiertas en los dominios del espectro. Sensores y su ubicación en el espectro.
- Propiedades de los sensores. ¿Qué puede ser medido?, ¿cuáles son las limitaciones?, sensores de microondas, color, infrarrojos (IR), tipos de sensores, resolución de un sistema sensor.
- Plataformas de los sensores: buques, globos, aviones, satélites, sensores fijos, sensores atmosféricos, tipos de órbita, principales sensores usados en Geofísica.
- Adquisición de datos mediante satélites de escaneo y principios de procesamiento digital de imágenes: formato de las imágenes digitales, despliegue de los datos, procesamiento de imagen, correcciones radiométricas, correcciones geométricas, mejoramiento de imagen, interpretación de imágenes.
- Sensores en el espectro visible: vías ópticas (optical pathways) en la atmósfera, estrategia práctica para la corrección atmosférica de datos visibles, difusión y absorción de la luz en el agua de mar, sensores de color aplicados a estudios terrestres. Aplicaciones.
- Procesamiento digital de imágenes II: filtrado de imágenes, filtros de paso alto, paso bajo, transformaciones de la imagen, índices de vegetación, técnicas de clasificación.
- Sensores de microondas activos (altimetría, radares y escaterómetro): principios de la altimetría por satélite, Distancia medida por un radar altímetro, correcciones por transmisión, errores por rugosidad superficial, aplicaciones, rugosidad superficial y radares, reflexión de radar, backscatter cross section, reflexión especular y dispersión, dispersión resonante de brags, rugosidad superficial generada por viento. Radar de apertura sintética (SAR), escaterómetro de microondas, escaterometría de viento, esfuerzo del viento superficial y el perfil de vientos cercano a la superficie, desarrollo de algoritmos de esfuerzo y velocidad del viento, radares terrestres, medición de oleaje y viento superficial. Aplicaciones.
- Tratar datos mediante SIG
- Tratar (corregir y clasificar) imágenes mediante la utilización de softwares de uso libre tales QGIS y de uso privado tales ARCGIS.

- Ejemplos de casos de estudios realizados en curso: Movimiento de un glaciar, polución de aguas (oceánica, ríos o lagos), calificación de cubierta y evolución vegetal de suelos, diferencias de suelos bajo eventos geofísicos (tsunamis, terremotos, deslizamientos de terreno, inundaciones).

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas grupales de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos y/o numéricos.

VII. EVALUACIÓN

60% de la asignatura corresponde a la parte Práctica y el 40% restante a la parte Teórica, evaluado de la siguiente manera:

2 certámenes escritos u orales (Prácticos) 30% c/u (60% Total);
2 certámenes escritos u orales (teóricos) 20% c/u (40% Total)

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Básica:

1. Fundamentals of satellite remote sensing: an environmental approach, Emilio Chuvieco. Boca Raton, CRC Press, London (2016). ISBN: 9781498728058.
2. GIS fundamentals: a first text on geographic information systems, Paul Bolstad, Acton MA, XanEdu (2012). ISBN: 9780971764736.
3. An introduction to ocean remote sensing, Seelye Martin. Cambridge, UK (2004). ISBN: 0521802806.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Introducción a la Hidrología Física		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura dirigida a estudiantes de postgrado en ciencias físicas con una clara orientación a la investigación de los recursos hídricos a nivel local y global, diseñada con la finalidad de que los estudiantes adquieran una apreciación general e introductoria de la hidrología física, detallando el rol de todos sus componentes y a la vez como una introducción práctica a la hidrología física cuantitativa.

Los fenómenos hidrológicos que ocurren en la naturaleza son presentados de tal manera a dar cuenta de las distintas escalas espaciales y temporales en los cuales estos se desarrollan. La física y las matemáticas necesarias para describir estos fenómenos se introducen y desarrollan en cada capítulo. En paralelo, los estudiantes requerirán un conocimiento previo de cálculo y de computación, con el objetivo en una primera etapa de programar rutinas de hidrología física en Matlab (y/o Pyhon)), que les permitan familiarizarse con la física-matemática de la hidrología y enseguida correr softwares básicos hidrológicos como WEAP (y/o VISUAL HEIFLOW) con el objetivo de evaluar cuantitativamente las cuencas hidrológicas.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

- El ciclo Hidrológico. El agua, en general. Definición y componentes del ciclo hidrológico (precipitaciones, evaporación, Interceptación y almacenamiento, infiltración y percolación, escorrentía). La distribución de agua (a escala global, continental, de una zona geográfica). El balance de agua (fórmula de Turf, fórmula de Coutagne, Fórmula de Thornthwaite). El caso de la nieve. Las diferentes ramas de la hidrología.

- Precipitación. Fundamentos Meteorológicos (formación, Nubes, Mecanismos de formación, Tipos, Plan). Las mediciones de la precipitación. Análisis de las mediciones.

- Radiación, Evaporación e Intercepción. La Radiación. La evaporación. Evapotranspiración (proceso físico de la evaporación, evapotranspiración del suelo cubierto por vegetación y factores meteorológicos que la afectan). La intercepción (factores en el proceso de intercepción vegetal, limitaciones y magnitud del proceso de intercepción).

- Infiltración y Escorrentías. La infiltración (Definiciones y parámetros descriptivos. Factores que influyen. Variación de la tasa durante un aguacero. Modelización del proceso. Los flujos superficiales y subterráneos (Escorrentía escurrimiento subsuperficial, flujo de agua subterránea, flujo debido a la nieve derretida, escurrimiento anual, Introducción al transporte de sedimentos (en arroyos))

- Almacenamiento y sus variaciones. El inventario de las aguas superficiales (Algunas definiciones Introducción a la limnología y características generales de los lagos). Las reservas de agua subterránea (zona saturada y no saturada. Agua en el suelo, agua en el sótano o subterráneo). La despensa de agua en estado sólida (provisión de agua en estado sólido, cubierta de nieve, hielo). Nieves.

- Cuencas y regímenes hidrológicos. Definición de las cuencas hidrográficas Comportamiento hidrológico (tiempo de concentración, curvas isócronas). La Física y su influencia en el flujo de agua (características: geométricas y agro-pedo-geológica, drenaje), Introducción a los modelos numéricos digitales (Descripción

general de DEM y DTM, Chile y América del Sur). Regímenes hidrológicos (simple, mixto, complejo, en Chile y América del Sur).

VI. METODOLOGÍA

Se contemplan dos horas de teoría y dos horas de trabajo práctico de computación a la semana. Además de la lectura de textos de investigación, los alumnos deberán poner en práctica lo aprendido en los contenidos utilizando software de computación Matlab (y/o Python).

Al final de la asignatura se contempla la modelización hidrológica básica de una cuenca utilizando el software hidrológico WEAP (y/o VISUAL HEIFLOW).

VII. EVALUACIÓN

Se evaluarán tareas e informes escritos, una vez finalizado cada uno de los temas en forma continua durante toda la asignatura (80%), y un trabajo práctico que constituye un proyecto de evaluación hidrológica completa básica de una cuenca de interés (20%), que puede ser evaluado de manera oral.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Básica:

1. Fundamentals of Hydrology (Routledge Fundamentals of Physical Geography), T. Davie, Routledge (2019). ISBN: 0415858704
2. Hydrology: An Introduction, W. Brutsaert, Cambridge Press (2014). ISBN: 0521824796.
3. Applied Principles of Hydrology, Third Edition, J. C. Manning, Waveland Press, Inc. (2016) ISBN: 1478634197.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Astrobiología avanzada		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

El curso presenta una exposición del tema emergente de la astrobiología, de gran importancia hoy en día. los temas de astrofísica, química y biología aparecen vinculados en este curso orientados a arrojar luz acerca del origen de la vida y de su probabilidad de ocurrencia en el universo. se le entrega al estudiante una base con la cual pueda enfrentar cursos de postgrado e investigación en este tema.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.

5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Colapso proto-estelar y formación estelar.
2. Formación de planetas.
3. Planetas extrasolares y su detección.
4. Historia de la vida sobre la tierra.
5. Radiación planetaria, paleontología comparativa, señales biológicas.
6. Cosmo-química, polvo y moléculas prebióticas.
7. Cometas, meteoritos y estructura de discos proto-planetarios

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas de discusión bibliográfica de textos y artículos científicos del área.

VII. EVALUACIÓN

Tareas (20%). Evaluación escrita 1 (40%). Evaluación escrita 2 (40%).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. An Introduction to Astrobiology, Edited by D. A. Rothery, I. Gilmour, and M. A. Sephton. Cambridge Universitary Press (2018). ISBN: 9781108430838.
2. Extrasolar Planets and Astrobiology, C. Scharf. University Science Books (2008). ISBN: 1891389556.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Cúmulo de Estrellas		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura de especialización de tipo teórica de nivel avanzado está orientada a entregar los elementos de la astrofísica de cúmulos de estrellas.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.
6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.

7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Módulo I

1.1. Introducción
1.2. Cúmulos abiertos
1.3. Cúmulos globulares
1.4. Diagramas de color-magnitud
1.5. Evolución estelar a través de los cúmulos
1.6. Medición de distancias causando cúmulos
1.7. Composición química
1.8. El segundo parámetro

2. Módulo II

2.1. Edad de cúmulos
2.2. Cúmulos en las nubes de Magallanes
2.3. Formación de cúmulos
2.4. Estructura de cúmulos
2.5. Dinámica e interacciones internas
2.6. Evolución dinámica de los cúmulos
2.7. Sistemas de cúmulos globulares
2.8. Formación de galaxias

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con prácticas grupales de resolución de ejercicios utilizando cálculos analíticos y/o métodos numéricos.

VII. EVALUACIÓN

Tareas escritas (20%). Evaluación oral 1 (30%). Evaluación escrita 2 (50%).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. Star Clusters, B. A. Archinal, S. J. Hynes, and D. H. Levy. Willmann-Bell Publisher (2003). ISBN: 0943396808.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Fundamentos de instrumentación astronómica		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórico-práctica que presenta los principios y conceptos fundamentales de la instrumentación astronómica en general, en diversas longitudes de onda, y con énfasis en los tipos de tecnología que se encuentran en los observatorios del país. Se incluyen actividades de laboratorio en caracterización de sensores de radio y ópticos.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1. Contexto y aspectos históricos de instrumentación.
2. Espectro electromagnético y dominios de información (tiempo, frecuencia, polarización).
3. Señales cósmicas y fuentes de emisión.
4. Introducción a los conceptos fundamentales, a las actividades de laboratorio y al uso de software relevante.
5. Técnicas de recepción de señales cósmicas (telescopios y sus tipos, medidores de potencia, espectrómetros, descomposición de información).
6. Distorsión de señales cósmicas (atmósfera, polvo, gravedad, otros), y efectos de transferencia radiactiva.
7. Radio Astronomía: Definiciones fundamentales, antenas, difracción, activos/pasivos, matrices de dispersión, instrumentos coherentes, single dish, interferometría, backends, espectrómetros. Astronomía óptica e infrarroja: definiciones, telescopios, PSF (Point Spread Function), componentes ópticos (matrices de Mueller y Jones para polarimetría), espectrómetros, CCDs y sus características físico- eléctricas. Revisión de conceptos de instrumentos de altas energías.
8. Descripción de las técnicas de imágenes, fotometría, astrometría y espectroscopía para uso astronómico.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con sesiones de laboratorio.

VII. EVALUACIÓN

La evaluación se llevará a cabo con un certamen, el curso tiene también tareas y experiencias de laboratorio. Antes de ingresar a laboratorio se realizará un quiz corto, con el fin de evaluar al estudiante antes de realizar la experiencia.

- En cada una de las experiencias, cada grupo entregará un informe con el siguiente formato: Introducción 1 plana (incluir teoría y motivación).
- Objetivos 1/2 plana (generales, específicos)
- Método experimental 1 plana (describir como realizó la experiencia, materiales, describir setup)
- Resultados y análisis 4 planas
- Conclusiones 1 plana.
- Bibliografía.

El informe debe contener lo justo y necesario, y resumir máximo 10 planas.

La nota final se calculará como el promedio ponderado de las notas parciales aquí detalladas:

30 % - certamen.
30 % - informe de actividad experimental final.
15 % - informes de laboratorio.
15 % - tareas, presentaciones y actividades de discusión.
10 % - quiz entrada/término laboratorio.

Los alumnos harán una presentación breve (15 minutos) cada semana, irán rotando y repetirán hasta terminar el semestre. Los temas a presentar son elegidos por el estudiante a libre elección con aprobación del profesor. Se proponen los siguientes temas a abordar, para conveniencia del estudiante, sin embargo existe la libertad de elegir otros:

- Instrumentación de altas energías.
- Instrumentación instalada en Chile.
- Instrumentación en el sub-milimétrico.
- Profundización en algún instrumento en particular instalado en Chile.
- Telescopio espaciales.
- Detección de fenómenos físicos no convencionales (ondas gravitacionales, neutrinos, higgs, etc). - Interferometría.
- Instrumentación digital.
- Estudios atmosféricos/ionosféricos.
- Contaminación lumínica.

De las experiencias de laboratorio: el objetivo de las experiencias es que el estudiante adquiera conocimientos en circuitos electrónicos, antenas, electrónica digital, rf y ccd, además del uso de herramientas de software (python, awr microwave office, matlab, am, etc.)

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. Essential Radio Astronomy, Condon J, Ransom S, 069113779, Princeton University Press 2016, 1ra Edición.
2. Tools of Radio Astronomy, Wilson T, Rohlfs K, huttemeister, 3662517329, Springer, 2014. 6ta Edición

Bibliografía recomendada:

1. Astronomical polarimety, Tinbergen J, 0521018587, Cambridge University Press, 2005.
2. Radio Astronomy, Kraus , J, 1882484003 Cygnus Quaser Books 1986 2nd edition.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Formación y Evolución de Galaxias		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

El presente curso tiene por objeto entregar un conocimiento actualizado sobre la formación y evolución de galaxias. Se incluye el estudio de elementos básicos de cosmología y formación de estructuras, al igual que una revisión de los resultados más recientes publicados en revistas especializadas sobre este tema.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir mediciones resultantes de experimentos relacionados con las ciencias físicas.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

- El universo a bajo redshift
- Propiedades de Galaxias que pueden Evolucionar
- Observaciones de un Universo en Evolución
- Galaxias en los Límites Contemporáneos
- Formación de Estructuras
- Cosmología Observacional
- Instrumentación Astronómica Actual.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante por medio de trabajos de investigación que incluirán la presentación y discusión grupal de artículos especializados.

VII. EVALUACIÓN

Asistencia (20%). Informe (50%). Discusión (30%).

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. “Galaxy formation and evolution”. Hyron Spinrad. Ed. Springer-Praxi (2005). ISBN 3540254986.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Métodos numéricos en astronomía		
Programa: [4226] Doctorado en Ciencias Físicas		
Unidad Académica Responsable: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía		
Créditos SCT: 7		
Modalidad: Presencial	**Calidad:** Especialidad	**Duración:** Semestral (16 semanas)
Prerrequisito: ninguno		
Total Horas de Trabajo Académico: 184		
Horas Presenciales: 64	**Horas No Presenciales:** 120	

II. DESCRIPCIÓN

Introducción en simulaciones numéricas en el campo de la dinámica estelar y la hidrodinámica; principios de los códigos directa de n-cuerpos, árbol, los códigos y los códigos de malla particle; principios de la hidrodinámica, códigos de red y sph, las condiciones iniciales para las simulaciones.

III. COMPETENCIAS DEL GRADUADO

Esta asignatura tributa a las siguientes competencias del perfil de graduación:

- Comunicar efectivamente conocimientos avanzados de los contenidos fundamentales de las Ciencias Físicas.
- Comunicar de forma oral y escrita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la investigación original realizada, según las exigencias laborales y los contextos tanto académicos como científicos a nivel nacional e internacional.
- Aplicar conocimientos adquiridos a través de productos científicos como presentaciones y publicaciones en el trabajo propio, cautelando una construcción ética y crítica de la investigación.
- Formular proyectos competitivos de investigación en el área de especialización que permitan el desarrollo pleno de una carrera académica, además de participar, asesorar y liderar equipos de investigación científica y/o aplicada.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

1. Analizar y aplicar las propiedades fundamentales de sistemas físicos.
2. Comunicar los resultados de una investigación científica propia de manera tanto oral como escrita.
3. Analizar críticamente artículos científicos publicados relacionados con las ciencias físicas.
4. Analizar y discutir simulaciones numéricas de sistemas físicos.
5. Generar un marco teórico que sustente la formulación de un proyecto de investigación en el contexto de las ciencias físicas.

6. Elaborar hipótesis y objetivos de investigación en el marco de un proyecto en el contexto de las ciencias físicas.
7. Analizar y generar metodologías de investigación que respondan a los objetivos sugeridos en un proyecto de investigación en el área de las ciencias físicas.
8. Reconocer y aplicar la relevancia del trabajo en grupo en el desarrollo de un proyecto de investigación científica.

V. CONTENIDOS

1) Introducción: Códigos restringidos, códigos semi-analíticos.

2) Códigos de N-cuerpos directos: Integradores, derivación de fuerza, tratamiento binario, regularización, criterios para intervalos de tiempo.

3) Códigos de Malla de Partículas: Densidad de grilla, Transformada de Fourier Rápida (FFT), derivación de fuerza, seguimiento de grilla.

4) Códigos de árbol

5) Condiciones Iniciales: Método de Montecarlo, integración numérica.

6) Hidrodinámica de Partículas Homogeneas (SPH): discretizacion, ecuaciones de fluidos, kernel de suavizado.

7) Hidrodinámica de grilla

Laboratorio: uso de códigos básicos, diseño de código básico propio, uso de programas de última generación (Nbody 6, Superbox, Sauron), generación de condiciones iniciales propias, simulación de problemas básicos, tratamiento binario, regularización, criterios para intervalos de tiempo.

VI. METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla mediante clases expositivas teóricas complementadas con sesiones de laboratorio de cálculo numérico.

VII. EVALUACIÓN

Teoría: 20% asistencia - no tiene certamen.

Práctica: 20% por escrito un código básico de n-cuerpos, el 20% por escrito un código de condiciones iniciales, un 20% la realización y el análisis de una simulación básica de n-cuerpos, el 20% del espectáculo y el análisis de una base de simulación de sph, evaluados a través de un informe escrito y una presentación final.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO*

Bibliografía Básica

1. Galactic Dynamics, Binney & Tremaine, Princeton University Press Aaserth 2008 2da Edición. ISBN: 0691130272.

Bibliografía complementaria

1. Artículos científicos de revistas del área.

* La bibliografía corresponde a textos clásicos de la disciplina y/o bibliografía más reciente.