



Programa de la Asignatura:

# Física III



Código: 750

Carrera: **Ingeniería en Computación** Plan: **2008** Carácter: **Obligatoria**  
Unidad Académica: **Secretaría Académica** Curso: **Segundo Año – Segundo cuatrimestre**  
Departamento: **Ingeniería** Carga horaria total: **90** hs. Carga horaria semanal: **6** hs.  
Formación Experimental: **20 %** Formación teórica: **40 %** Formación práctica: **40 %**

## Materias Correlativas Obligatorias

- **Física II (cód. 942)**
- -----
- -----

## Cuerpo Docente

König, Pablo Germán  
Muñoz, Juan Carlos

## Índice

- Fundamentación pág. 2
- Encuadre y articulación de la asignatura pág. 2
  - Encuadre dentro del Plan de Estudios pág. 2
  - Articulación Horizontal pág. 2
  - Articulación Vertical pág. 2
- Objetivos pág. 3
  - Objetivo General pág. 3
  - Objetivos Específicos pág. 3
- Contenidos mínimos pág. 3
- Programa analítico pág. 4
- Bibliografía básica pág. 4
- Bibliografía de consulta pág. 4
- Metodología del aprendizaje pág. 5
  - Desarrollo de la asignatura pág. 4
  - Dinámica del dictado de las clases pág. 5
  - Trabajos prácticos pág. 5
- Metodología de evaluación pág. 6
- Planificación pág. 7
- Información de versiones pág. 7

AÑO ACADÉMICO 2013

ÚLTIMA REVISIÓN 13-05-2013

Firma Docente

Firma Coordinador

## 1. FUNDAMENTACIÓN

Este es un curso de física destinado a alumnos de la Carrera de Ingeniería en Computación, de un cuatrimestre de duración, en el que se desarrollan contenidos referidos principalmente a la Física Cuántica y a la Física del Estado Sólido. El propósito central es presentar un curso con acentos en los fundamentos de estas áreas de la Física, que sirvan de base para cursos posteriores de esta disciplina así como de otras que se relacionen con éstas. El mismo está pensado para alumnos que ya hayan tomado cursos básicos de Física referidos a la Mecánica y Electromagnetismo, materias sobre las cuales se construirán los conceptos propios de este curso. Asimismo se requiere que los alumnos posean conocimientos básicos de Cálculo y Álgebra Vectorial, dado que los temas son desarrollados en base a estos requerimientos matemáticos, como pueden el cálculo de derivadas e integrales elementales, operaciones con vectores, producto escalar y producto vectorial. En tanto disciplina que -en muchos casos- se cursa en el segundo año de la carrera, se toman especialmente en cuenta los aspectos didácticos necesarios de manera de profundizar los procesos de abstracción y formalización de conceptos ya iniciados en las materias iniciales de la carrera. En esta misma línea, la bibliografía seleccionada brinda la posibilidad de acceso a muchos ejemplares en la biblioteca de la Universidad, así como también a través de internet, donde incluso pueden encontrarse en forma gratuita los solucionarios con gran cantidad de problemas y ejercicios resueltos. Entendemos que un curso completo de Física 3 es fundamental para la comprensión de conceptos que se trabajarán y profundizarán en instancias futuras de la formación. Por ello, el facilitar su aprendizaje y comprensión es una prioridad tomada por el equipo docente.

## 2. ENCUADRE Y ARTICULACIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura está ubicada en el plan de la carrera en un tramo intermedio de la misma, pudiendo ser cursada por el alumno durante el segundo cuatrimestre del segundo año de la carrera.

Debido a la naturaleza de los temas a estudiar, se requiere una formación matemática básica en temas de Cálculo y Álgebra Vectorial, así como de la comprensión de los conceptos fundamentales básicos de Mecánica y Electromagnetismo, junto con algunas nociones básicas de Termodinámica.

Por lo expuesto, esta asignatura requiere como correlativa a Física 2 (que a su vez tiene como requisito a Física 1), materias en las que están incluidos los conceptos físicos antes mencionados, así como también se enseñan los rudimentos de las herramientas matemáticas básicas necesarias.

Por otra parte, en esta materia se presentan los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica y del funcionamiento de los dispositivos semiconductores, por lo que es fundamental para asignaturas posteriores como Electrónica.

### Articulación Horizontal

En cuanto a la articulación horizontal, el plan de estudios de la carrera prevé que esta asignatura se curse en el mismo año que Probabilidad y Estadística y Análisis Matemático 3, de las cuales el alumno irá incorporando paulatinamente y en paralelo los principios de probabilidad, estadística y cálculo con números complejos necesarios para la comprensión tanto cualitativa como cuantitativa de los conceptos fundamentales de la mecánica cuántica.

### Articulación Vertical

Esta asignatura se articula verticalmente con Física 1, la que brinda los conocimientos básicos de la mecánica, y con Física 2, en donde se presentan los fundamentos del electromagnetismo y del

funcionamiento de los dispositivos eléctricos básicos. En este aspecto, ambas materias se presentan como imprescindibles para abordar los contenidos de Física 3, en la cual se van desarrollando los conceptos básicos de la mecánica cuántica a partir de las fallas que fueron presentando los modelos clásicos de la mecánica y del electromagnetismo para explicar los resultados experimentales obtenidos entre finales del siglo XIX y principios del XX. A su vez los fundamentos teóricos y los principios de funcionamiento de los dispositivos semiconductores básicos presentados en esta asignatura, resultan imprescindibles para encarar materias posteriores como Electrónica.

### 3. OBJETIVOS

#### Objetivo General

La cátedra se ha fijado como “objetivo cognoscitivo” de esta materia, *“lograr que los alumnos comprendan y apliquen los principios fundamentales de la Física Cuántica y del Estado Sólido, así como su desarrollo y contextualización sociohistórica y sus campos de aplicación, visualizando posibles caminos de investigación y desarrollo futuros en el campo de la Ingeniería en Computación”*.

#### Objetivos Específicos

Que los alumnos logren:

- i. comprender e interpretar los fenómenos físicos relacionados con la Mecánica Cuántica y la Física del Estado Sólido, en particular en lo que se refiere a materiales semiconductores.
- ii. conocer las bases experimentales y los postulados de la Física Cuántica.
- iii. comprender, comparar, distinguir y aplicar los conceptos básicos de la Física Cuántica y del Estado Sólido que se señalan dentro de los contenidos de la asignatura.
- iv. discutir, desde el punto de vista físico, los distintos modelos desarrollados para explicar la constitución del átomo.
- v. comprender la relación entre estructura, características de enlace y propiedades de los sólidos, así como los fundamentos de la interacción de la radiación con los sólidos.
- vi. conocer las propiedades electrónicas básicas de los materiales y dispositivos semiconductores, con especial atención a las heteroestructuras.
- vii. conocer los constituyentes últimos de la materia, sus interacciones y los elementos básicos de los modelos desarrollados para su estudio y saber el orden de las magnitudes físicas involucradas en los procesos entre partículas elementales.
- viii. vincular los conceptos estudiados con fenómenos de la vida cotidiana y manifestaciones de la técnica y la industria.
- ix. adquirir fluidez en el uso y la interpretación del lenguaje técnico y de la simbología adecuada, así como iniciarse en el formalismo cuántico.

### 4. CONTENIDOS MÍNIMOS

Ondas. Fenómenos experimentales que fundamentan la teoría cuántica. Mecánica Cuántica. Átomo. Física estadística: macroestados y microestados. El estado sólido. Electrones en metales. Teoría de bandas. Semiconductores I. Semiconductores II.

### 5. PROGRAMA ANALÍTICO

**Unidad 1: ONDAS Y ELECTROMAGNETISMO**

Concepto de onda. Ecuación de onda. Soluciones generales de la ecuación de onda. Interferencia, batido y ondas estacionarias. Guías de onda. Análisis de Fourier. Paquetes de onda, velocidad de fase y de grupo. Electromagnetismo. Ecuaciones de Maxwell. Solución de ondas planas monocromáticas linealmente polarizadas. Relación entre los campos E y B en la onda plana. Energía e impulso transportados por la onda. Vector de Poynting.

**Unidad 2: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA**

Perspectiva histórica. Radiación térmica. Cuerpo negro. Ley de radiación de Planck. Cuantos de energía. Efecto fotoeléctrico. Ecuación de Einstein. Consecuencias: función trabajo, frecuencia y longitud de onda umbral. Concepto de fotón. Aplicaciones técnicas del efecto fotoeléctrico. Rayos X. Espectro continuo, longitud de onda de corte. Difracción de rayos X, condición de Bragg. Efecto Compton. Modelo de Bohr del átomo de hidrógeno. Niveles energéticos, número cuántico, espectro del hidrógeno, constante de Rydberg. Fallas en la teoría de Bohr.

**Unidad 3: MECÁNICA CUÁNTICA**

Hipótesis de De Broglie. Dualidad onda-partícula. Principio de incertidumbre. Postulados de la mecánica cuántica. Ecuaciones de Schrödinger. Aplicaciones.

**Unidad 4: MECÁNICA ESTADÍSTICA**

Estadística clásica. Estadística de Fermi-Dirac. Estadística de Bose-Einstein. Aplicaciones.

**Unidad 5: FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO**

Electrones en metales. Teoría de la conductividad. Nivel de Fermi. Conceptos básicos de cristalografía. Red cristalina. Teoría de bandas en sólidos. Semiconductores. Concepto de *hueco*. Junturas. Diferentes tipos. Junta P-N. Conceptos básicos de diodo, diodo Zener, transistor bipolar y transistor de efecto de campo.

**Unidad 6: LÁSER Y FIBRA ÓPTICA**

Láser. Concepto y principio de funcionamiento. Tipos. Aplicaciones. Fibra óptica. Concepto y principio de funcionamiento. Aplicaciones.

**6. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- **Serway R, Moses C, Moyer C.** *Física Moderna*. Saunders Publishing, 1989.
- **Tipler, P.A.** *Física Moderna*. Reverté, 1994.
- **Eisberg R.** *Fundamentos de Física Moderna*. Limusa, México, 1997.
- **Shalimova, K.V.** *Física de los semiconductores*. Mir, Moscú, 1975.

**7. BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA**

- **Feynman R, Sands M.** *Física (vol 3)*. Addison Wesley Iberoamericana. Deleware, 1987.
- **Müller R, Kamins T.** *Dispositivos electrónicos para circuitos integrados*. Wiley, 2002.
- **Eisberg R, Resnick, R.** *Física Cuántica*. Limusa, México, 1992.
- **McKelvey, J.P.** *Física del estado sólido y de semiconductores*. Limusa, México, 1980.
- **Kittel C.** *Introducción a la Física del Estado Sólido*. 3ra ed. Reverté, Barcelona, 1998.
- **McGervey JD.** *Introducción a la Física Moderna*. Ed. Trillas, México, 1975.

## 8. METODOLOGÍA DEL APRENDIZAJE

### 8.a DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

Inicialmente se retomarán y profundizarán contenidos básicos de ondas que los alumnos ya han trabajado en Física I: longitud de onda, período, frecuencia, superposición. Seguidamente se estudiarán las ondas estacionarias y se retomarán las ecuaciones de Maxwell –ya vistas en Física II- profundizando las relaciones entre los campos eléctrico y magnético. A continuación, se estudiarán las características de los diferentes tipos de radiaciones electromagnéticas, hasta introducir la ley de radiación de Planck y el modelo atómico de Bohr. A partir de los inconvenientes que presenta este modelo, se trabajarán los contenidos fundamentales de la Mecánica Cuántica, mediante el tratamiento propuesto por Schrödinger y el principio de incertidumbre. Se aprovechará el estudio de ondas con el que se comenzó el presente curso para el análisis ondulatorio de Schrödinger, mostrando su aporte en la resolución de ejercicios de pozos y barreras de potencial. Al introducir los fundamentos de la Mecánica Estadística y de la Física del Estado Sólido, se dan contenidos necesarios para asignaturas posteriores como es el caso de Electrónica. Finalmente, el desarrollo de la asignatura culmina con el estudio del láser y la fibra óptica, contenidos importantes para la transmisión de señales, muy necesarios para la formación de estudiantes de ingeniería en computación. A lo largo de la materia se aprovecha para realizar algunas clases en la sala de computación con aplicaciones prácticas.

### 8.b DINÁMICA DEL DICTADO DE LAS CLASES

Durante el horario de clases se da gran importancia al trabajo con material escrito y gráfico para analizar y discutir, mediante la resolución de guías de problemas conceptuales y numéricos, especialmente centrados en la comprensión y aplicación de conceptos fundamentales.

Asimismo se fomenta el trabajo grupal como momento de intercambio, de discusión, de confrontación, de defensa y de acuerdo de ideas, todos momentos importantes dentro de la dinámica de los grupos para lograr el aprendizaje, sin dejar de lado el constante acompañamiento docente y las puestas en común.

También se dedican momentos específicos para las explicaciones teóricas y la entrega de información actualizada por parte del docente.

### 8.c TRABAJOS PRÁCTICOS

#### 8.c.i ASPECTOS GENERALES

Se efectuarán dos tipos diferentes de trabajos prácticos.

- Los primeros consistirán en la resolución de problemas y ejercicios.
- Los segundos, se efectuarán en el Laboratorio de Computación de la Universidad.

#### 8.c.ii ASPECTOS PARTICULARES

- Problemas y ejercicios: cada unidad tiene una serie de ejercicios y problemas para resolver por parte de los alumnos. A modo de orientación que sirva como andamiaje para el aprendizaje, la mitad de cada serie de problemas está disponible en solucionarios anexos a la bibliografía básica, que se puede descargar gratuitamente de internet, y que fueron explícitamente resueltos por los autores de los libros que se emplean en el curso.
- Prácticas de laboratorio de computación: cuatro trabajos prácticos con aplicaciones de Física Cuántica, utilizando datos y graficando en Excel, con posibilidad de rehacerlos

una vez si no se cumplieron los objetivos propuestos desde los docentes. Los contenidos de los trabajos de laboratorio corresponden:

**Efecto fotoeléctrico:** utilización de applet que simula este experimento, a partir del cual se pide determinar la *constante de Planck* y la función trabajo. Una línea espectral se filtra proveniente de la luz de una lámpara de mercurio. Un medidor indica la magnitud del potencial de retardo. Otro medidor indica si los electrones alcanzan el ánodo. En esta aplicación es posible variar el material del cátodo, la longitud de onda y el voltaje retardado. El resultado de las medidas se grafica en un diagrama frecuencia vs. voltaje. La constante de Planck ( $h$ ) puede calcularse a partir de la pendiente.

**Radiación de cuerpo negro:** utilización de applet que simula la radiación emitida por un cuerpo negro al cambiar la temperatura. Mediante la aplicación, es posible determinar la energía total emitida y la longitud de onda a la que se obtiene la mayor intensidad de radiación. Se pide realizar una tabla con los valores de temperatura, energía total emitida y longitud de onda máxima. A partir de los datos tabulados se pide representar gráficamente la energía total emitida por unidad de área frente a la cuarta potencia de la temperatura absoluta, y analizar la pendiente de la recta obtenida. Análogamente, se solicita graficar el valor de longitud de onda a la que la intensidad de radiación es máxima frente al inverso de la temperatura absoluta, y analizar la pendiente de la recta obtenida.

**Caja de potencial:** esta aplicación permite realizar el análisis cuántico de un pozo infinito. Se introduce el ancho de la caja de potencial y la masa de la partícula. El applet permite observar gráficamente los primeros niveles de energía y sus correspondientes funciones de onda. Se pide realizar un análisis comparativo con las funciones de onda correspondientes a los modos de vibración de una cuerda tensa sujeta por ambos extremos.

**Escalón de potencial:** en esta aplicación se introduce la energía de la partícula y se pueden observar las partículas incidentes que se reflejan o se transmiten. Existen contadores que indican el número de partículas incidentes y el número de partículas reflejadas a medida que transcurre el tiempo, para cada valor de la energía que se introduce. Aunque no es posible predecir la conducta de una partícula individual, si se va a reflejar o se va a transmitir, a partir de los datos indicados en los contadores se pide realizar una tabla donde se indique para cada valor de energía seleccionado, la cantidad de partículas incidentes, reflejadas, el cociente entre ambas. Se pide comparar con el coeficiente de reflexión deducido a partir de la ecuación de Schrödinger.

## 9. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 9.a NORMAS DE EVALUACIÓN

- Se entiende la evaluación como un proceso.
- Evaluación continua de los aprendizajes de los alumnos, con tiempos para autoevaluación y metacognición.
- Habrá dos instancias de evaluación parcial, presenciales e individuales sobre los distintos contenidos desarrollados a lo largo de la asignatura, con sus respectivos recuperatorios.
- Las notas de los parciales representan los resultados de la evaluación.
- Los exámenes parciales y sus recuperatorios pueden ser orales, escritos o en ambas modalidades, según lo considere el docente.

### 9.b RÉGIMEN DE APROBACIÓN DE LA MATERIA

- Para la aprobación de la materia los alumnos deberán tener los dos parciales aprobados

- Para los alumnos que no hayan logrado cumplir con los objetivos propuestos en uno o ambos parciales, hay dos instancias de evaluación presencial e individual para poder recuperar. Se tiene la posibilidad de recuperar una sola vez cada parcial.
- Los alumnos que obtengan una nota inferior a cuatro puntos se les asignará la nota insuficiente y deberán recurrar la materia.
- En todos los casos, una vez aprobada la cursada los alumnos deberán rendir una evaluación final.
- El examen final puede ser oral, escrito o en ambas modalidades, según lo considere el docente.

## 10. PLANIFICACIÓN

CALENDARIO DE CLASES Y EVALUACIONES	
Semana 1	<b>ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS</b>
Semana 2	<b>TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES. DISTRIBUCIÓN DE MAXWELL</b>
Semana 3	<b>RADIACIÓN TÉRMICA DE CUERPO NEGRO. HIPÓTESIS DE PLANCK</b>
Semana 4	<b>EFFECTO FOTOELÉCTRICO. EFFECTO COMPTON</b>
Semana 5	<b>DUALIDAD ONDA-PARTÍCULA . FUNCIÓN DE ONDA</b>
Semana 6	<b>POZOS Y BARRERAS DE POTENCIAL</b>
Semana 7	<b>PRINCIPIO DE INCERTIDUMBRE</b>
Semana 8	<b>REPASO – 1° PARCIAL</b>
Semana 9	<b>MODELO DE ÁTOMO DE HIDRÓGENO. NÚMEROS CUÁNTICOS</b>
Semana 10	<b>POSTULADOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA. ECUACIÓN DE SCHRÖDINGER</b>
Semana 11	<b>FÍSICA ESTADÍSTICA</b>
Semana 12	<b>FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO</b>
Semana 13	<b>DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES</b>
Semana 14	<b>LÁSER. FIBRAS ÓPTICAS</b>
Semana 15	<b>REPASO – 2° PARCIAL</b>
Semana 16	<b>RECUPERATORIOS</b>
Del al de	<b>EXAMEN FINAL</b>

## 11. INFORMACIÓN DE VERSIONES

Información de Versiones	
Nombre del Documento:	Ficha Académica de la asignatura Física III
Nombre del Archivo	Física III – Plan 2008
Documento origen:	Programa F3 2013.docx
Elaborado por:	Pablo König y Juan Carlos Muñoz
Revisado por:	Aníbal Romandetta
Aprobado por:	
Fecha de Elaboración:	27-03-2013
Fecha de Revisión:	13-05-2013
Fecha de aprobación	