

*Planificación Física II*  
**2018**

Nombre: Física II  
Departamento: Materias Básicas  
Nivel: Segundo  
Dictado: Anual  
Área: Física  
Carga horaria semanal: 5 horas  
Carga horaria Anual: 160 horas  
Profesor: Dr. Leandro Prevosto (Prof. Asociado Ordinario DE)  
Auxiliares: Ing. Mauricio Ronco (JTP Interino DS),  
Sr. Denis Vanzanweghe (Ayudante de 2da)

**1. Materias Correlativas**

Para cursar  
Cursadas: Física I, Química General y Análisis Matemático  
Aprobadas: Ninguna  
Para Rendir  
Aprobadas: Física I, Química General y Análisis Matemático

**2. Objetivos a alcanzar por el alumno**

1. Que el alumno comprenda los principios y leyes Físicas y sea capaz de aplicarlos a la resolución de problemas concretos.
2. Desarrolle su capacidad de observación y el pensamiento reflexivo y crítico de modo que se habitúe a la aplicación del método científico.
3. Distinga los fundamentos físicos que originan las diferentes aplicaciones tecnológicas y comprenda el rol que juega el conocimiento de la Física en el desarrollo tecnológico.

**3. Programa Sintético**

Termodinámica (Introducción a la termodinámica: Calor, Termometría, Transmisión del calor; Primer principio de la termodinámica; Segundo principio de la termodinámica). Electricidad y magnetismo (Electrostática: Carga y campo eléctrico, Propiedades eléctricas de la materia, Capacidad. Capacitores, Potencial eléctrico; Corriente continua; Magnetostática: Campo magnético, Fuentes del campo magnético, Propiedades magnéticas de la materia; Electrodinámica: Inducción electromagnética, Corrientes variables en el tiempo, Ecuaciones de Maxwell, Ondas electromagnéticas). Óptica física (Concepto de polarización, Interferencia, Difracción).

**4. Programa Analítico**

- I. **Electrostática.** Carga eléctrica. La aproximación electrostática. Ley de Coulomb. El campo eléctrico. El potencial electrostático. Conductores y aislantes. Teorema electrostático de

Gauss. Aplicaciones del teorema de Gauss. El dipolo eléctrico. Ecuación de Poisson. Ecuación de Laplace. Energía potencial de un grupo de cargas puntuales. Energía electrostática de una distribución continua de cargas. Densidad de energía de un campo electrostático. Energía de un sistema de conductores cargados. Capacidad eléctrica. Capacitores. Fuerzas sobre conductores cargados. Aplicaciones.

- II. **El campo electrostático en medios dieléctricos.** Polarización. El campo eléctrico en un dieléctrico. Teorema de Gauss generalizado. Susceptibilidad y constante dieléctrica. Condiciones de frontera para los vectores de campo. Capacitores con medios dieléctricos. Aplicaciones.
- III. **Circuitos de corriente estacionaria.** Naturaleza de la corriente eléctrica. Densidad de corriente; ecuación de continuidad de la carga. Ley de Ohm: conductividad eléctrica. Corrientes estacionarias en medios continuos. Redes de resistencias y leyes de Kirchhoff. Teoría microscópica de la conducción. Aplicaciones.
- IV. **El campo magnético de corrientes estacionarias.** Definición de la inducción magnética. Líneas de campo magnético. Fuerzas sobre conductores sobre los que circula corriente. Ley de Biot y Savart. Aplicaciones de la ley de Biot y Savart. Teorema magnetostático de Ampere. El potencial vector magnético. El potencial escalar magnético. Flujo magnético. Fuerzas y momentos de rotación en circuitos. Densidad de energía en el campo magnético. Aplicaciones.
- V. **Propiedades magnéticas de la materia.** Magnetización. El campo magnético producido por un material magnetizado. Intensidad magnética. Las ecuaciones de campo. Susceptibilidad y permeabilidad magnéticas. Histéresis. Condiciones en la frontera de los vectores de campo. Circuitos magnéticos. Origen del diamagnetismo. Origen del paramagnetismo. Teoría del ferromagnetismo. Dominios magnéticos. Aplicaciones.
- VI. **Inducción electromagnética.** Inducción electromagnética. Ley de Faraday-Lenz. Corrientes inducidas. Autoinductancia. Inductancia mutua. Casos de aplicación: el transformador, motores y generadores.
- VII. **Circuitos de corrientes alternadas suavemente variables.** Condición cuasi-estacionaria. Comportamiento transitorio y en estado estacionario. Leyes de Kirchhoff. Comportamiento transitorio elemental. Comportamiento en estado estacionario de un circuito en serie simple. Conexión de impedancias en serie y en paralelo. Potencia y factor de potencia. Resonancia. Inductancias mutuas en circuitos a-c. Aplicaciones.

- VIII. Leyes de Maxwell. Ondas Electromagnéticas.** Generalización del teorema magnetostático de Ampere: la ley de Ampere. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell y sus bases empíricas. Energía electromagnética. La ecuación de onda. Ondas monocromáticas en el vacío. Ondas electromagnéticas en la materia. Ondas estacionarias. Aplicaciones.
- IX. Óptica Física.** Límites de la óptica geométrica. Principio de Huygens. Interferencia y fuentes coherentes. Experimento de Young. Distribución de intensidad en las franjas de interferencia. Interferómetro de Michelson. Difracción de Fraunhofer. Red de difracción. Poder de resolución de instrumentos ópticos. Aplicaciones.
- X. Termodinámica.** Temperatura. Termómetros. Escalas de temperatura. Dilatación y esfuerzos térmicos. Transferencia de calor. Cantidad de calor. Conducción de calor: ley de Fourier. Convección. Radiación: ley de Stefan-Boltzmann. Ecuación de estado de un gas ideal. Distribución de Maxwell-Boltzmann. Teoría cinética de un gas ideal. Energía interna. Trabajo en los cambios de volumen. Primera ley de la termodinámica. Proceso isocoro. Proceso adiabático. Proceso isobárico. Proceso isoterma. Motores térmicos. Ciclo frigorífico. Segunda ley de la termodinámica. Ciclo de Carnot. Escala Kelvin de temperatura. Entropía. Tercera ley de la termodinámica. Aplicaciones.

#### **5. Metodología a desarrollar en el proceso de enseñanza aprendizaje**

La asignatura es de dictado anual y se desarrolla en cinco (5) horas semanales, de las cuales dos (2) horas corresponden a la parte práctica. El calendario académico anual prevé un total de 32 semanas. En las clases prácticas el alumno recrea y aplica los contenidos vistos en la teoría de la asignatura. Estas clases están a cargo de JTP's y/o auxiliares. Se promueve en ellas la participación activa del alumno y se trabaja en forma individual y grupal.

La asignatura se complementa con clases de laboratorio de Física II donde el alumno redescubre o verifica fenómenos y o principios físicos utilizando el método experimental de la Física.

#### **6. Recursos Didácticos**

Las clases de teoría se dictan en el pizarrón intentando que los alumnos tengan luego del año un apunte relativamente completo de la asignatura. Se utilizan los elementos del laboratorio de Física para la realización de cinco (5) trabajos experimentales cuyos informes requieren en todos los casos una estimación del error asociado a los resultados. Se hace énfasis en el uso de bibliografía.

#### **7. Metodología de evaluación**

Los instrumentos de evaluación implementados en la asignatura son múltiples de forma tal de acercarse al ideal de la "evaluación continua". El objetivo último del proceso de evaluación es constatar si el estudiante ha demostrado tener los conocimientos mínimos exigibles de la asignatura que le permitan rendir la evaluación final, en caso de no acceder a la aprobación directa.

En particular las instancias de evaluación son cuatro: (i) Evaluación de informes de trabajos experimentales: En esta instancia se hace especial énfasis en la aplicación de la teoría de errores en los valores medidos y el correcto procesamiento de los datos. Los equipos de trabajo no contendrán más de 5 integrantes (de acuerdo al número de alumnos. (ii) Realización de coloquios: Se realizan breves interrogatorios sobre los diferentes conceptos involucrados en los trabajos experimentales (en esta instancia los informes de los trabajos experimentales ya debieron ser aprobados en tiempo y forma). (iii) Evaluación continua de los alumnos: Se realiza una evaluación permanente de la participación en clase de los alumnos en función de los aportes e interés demostrados en la cursada. Esta instancia servirá esencialmente para cuantificar el grado de asimilación de los conceptos y eventualmente corregir el desarrollo del dictado de la asignatura. (iv) Exámenes parciales. Los alumnos deben rendir 2 exámenes parciales durante el año lectivo (con fecha tentativa 04/07 para el primer parcial –con la instancia recuperadora 25/07–; y 14/11 para el segundo parcial –con instancia recuperadora 05/12–) que cubran la totalidad del programa de la asignatura. Los exámenes parciales son de carácter teórico/práctico.

Aprobación directa: Los alumnos que tengan la parte práctica de los parciales aprobados, junto con los informes de los trabajos experimentales y coloquios aprobados; quedan regulares, en condición de rendir el examen final. En particular si obtienen 8 o más en cada parcial (tanto en la parte práctica como teórica) se aplica la aprobación directa de la signatura de acuerdo a la Ord. 1549.

Escala de calificaciones: Se emplea una escala lineal de 1 a 10 (siendo 6 el umbral de aprobación).

### 8. Articulación con otras materias (horizontal y vertical)

Verticalmente Física II se articula con Física I, Análisis Matemático I y Álgebra y Geometría Analítica (todas asignaturas anuales correspondientes al primer año del ciclo básico). En paralelo los alumnos de la asignatura están cursando Análisis Matemático II donde se desarrollan algunas de las herramientas usadas en la asignatura. Física II luego es el fundamento de numerosas aplicaciones que los estudiantes ven en años superiores.

### 9. Distribución Horaria

Teoría	Práctica			Total
	Formación experimental	Resolución de problemas abiertos de ingeniería	Actividades de proyecto y diseño	
96 horas cátedra por año	10 horas cátedra por año	64 horas cátedra por año	No consiga	170 horas cátedra por año (ver anexo)

### 10. Cronograma estimativo de cursado

Completar:

Fecha	Tema a desarrollar
13/03 y 16/03; 20/03 y 23/03; 27/03; 03/04 y 06/04; 10/04 y 13/04; 17/04 y 20/04; 24/04 y 27/04; 04/05; 08/05 y 11/05	Electrostática
15/05 y 18/05; 22/05; 29/05 y 01/06; 05/06 y 08/06; 12/06 y 15/06	El campo electrostático en medios dieléctricos
19/06 y 22/06; 26/06 y 29/06; 3/07 y 6/07	Circuitos de corriente estacionaria
24/07 y 27/07; 31/07 y 03/08; 07/08 y 10/08	El campo magnético de corrientes estacionarias

14/08 y 17/08; 21/08 y 24/08	Propiedades magnéticas de la materia
28/08 y 31/08; 04/09 y 07/09	Inducción electromagnética
11/09 y 14/09; 18/09 y 21/09; 25/09 y 28/09	Circuitos de corriente alternada suavemente variable
02/10 y 05/10; 09/10 y 12/10	Leyes de Maxwell. Ondas electromagnéticas
16/10 y 19/10; 23/10 y 26/10	Óptica física
30/10 y 2/11; 6/11 y 9/11; 13/11 y 16/11	Termodinámica

### 11. Horario de consulta extracurricular

Dr. L. Prevosto, Martes de 18 a 19 horas.

Ing. M. Ronco, Martes de 21 a 22 horas.

Sr. D. Vanzandweghe, Viernes de 17 a 18 horas

### 12. Bibliografía

1. Física parte 1, Halliday y Resnick. CECSA.
2. Física parte 2, Halliday y Resnick. CECSA.
3. Curso de Física General tomo 1, Frish y Timoreva. MIR.
4. Curso de Física General tomo 2, Frish y Timoreva. MIR.
5. Curso de Física General tomos 3, Frish y Timoreva. MIR.
6. Fundamentos de Electricidad y Magnetismo, Kip. McGraw-Hill.
7. Física Universitaria, Sears, Zemansky y Young. Addison – Wesley.
8. Física volumen I, Tipler. Reverté.
9. Física volumen II, Tipler. Reverté.
10. Física, Alonso y Finn, Addison – Wesley Iberoamericana.
11. Física para ciencias e ingeniería II, Serway y Jewett. McGraw-Hill.

Nota: La citada bibliografía se encuentra disponible dentro del acervo bibliográfico de la Biblioteca de la FRVT.

### 13. Guía de Trabajos Prácticos

A continuación se listan los enunciados de los 5 trabajos experimentales que complementan la asignatura Física II. Estos trabajos se realizan en el Laboratorio de Física bajo la dirección de la Dra. Beatriz Mancinelli.

#### EXPERIMENTO 1: Circuitos de corriente estacionaria. Ley de Ohm

**Objetivos:** Caracterizar experimentalmente una fuente de voltaje determinando su curva i-V. Aplicaciones y limitaciones de la ley de Ohm: obtención del valor de la resistencia eléctrica de una resistencia metálica. Obtención de la curva i-V de una lámpara incandescente.

**Marco teórico:**

Cuando se establece y sostiene en el tiempo un campo eléctrico  $\vec{E}$  en el interior de un conductor se produce el movimiento dirigido de los portadores de carga eléctrica de éste; es decir se establece una corriente eléctrica

$$i \equiv \frac{dQ}{dt} \text{ (A)}$$

caracterizada por el vector densidad de corriente eléctrica  $\vec{j}$ . La experiencia muestra que en muchos metales a temperatura constante existe una relación sencilla del tipo

$$\vec{j} = g \vec{E},$$

donde  $g$  es la conductividad eléctrica del medio ( $\Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ ). Esta relación denomina ley de Ohm, físicamente representa un balance entre las fuerzas eléctricas y las colisionales (tratadas como fuerzas viscosas) sobre los portadores de carga. La mayoría de los metales responden a la ley de Ohm en un muy amplio rango de frecuencias.

**Elementos necesarios:**

1. Fuente de voltaje d-c regulable.
2. Voltímetros.
3. Resistencias metálicas fijas.
4. Resistencia regulable.
5. Lámpara incandescente.

**Tareas a realizar:**

1. Describir la curva i-V de la resistencia metálica. Ajustar los puntos experimentales con el Lab<sup>®</sup> Origin utilizando regresión lineal y obtener el valor de la resistencia. Argumentar acerca de la aplicabilidad de la ley de Ohm.
2. Describir la curva i-V de la lámpara incandescente. Ajustar los puntos experimentales con el Lab<sup>®</sup> Origin. Argumentar acerca de la aplicabilidad de la ley de Ohm.
3. Elaborar informe.

**EXPERIMENTO 2: Ley de Biot - Savart. Estimación del campo magnético terrestre.**

**Objetivos:** Que el estudiante utilice la ley de Biot-Savart para determinar el campo magnético en el punto central de un par de bobinas de Helmholtz. Que luego estime el campo magnético terrestre utilizando una brújula y el método de los cuadrados mínimos.

**Marco teórico:**

Las bobinas de Helmholtz son un sencillo arreglo de un par de bobinas circulares iguales circuladas por la misma corriente y ubicadas en planos paralelos a una distancia igual a su radio. Se muestra que en el punto medio sobre el eje de las bobinas (demostrar) el campo magnético vale  $B = (\mu_0 N I / a) 8/5^{3/2}$ , donde  $N$  es el número de espiras,  $I$  la corriente y  $a$  el radio de las bobinas. Este campo aunque generalmente débil es altamente homogéneo. Esta propiedad es aprovechada colocando una brújula en el punto medio y midiendo sobre la misma la deflexión de la aguja para diferentes corrientes en las bobinas. Notar que la aguja de la brújula “ve” dos campos magnéticos, el de las bobinas y el terrestre, y se orientará en la dirección de la resultante (principio de superposición).

**Elementos necesarios:**

1. Fuente de corriente d-c regulable.
2. Multímetro (usado como voltímetro) y resistencia de lectura.
3. Bobinas de Helmholtz.
4. Brújula.
5. Calibre.
6. Soft de cálculo (Lab<sup>®</sup> Origin, etc.).

**Tareas a realizar:**

1. Centrar el dispositivo alineando cuidadosamente el eje de las bobinas en dirección perpendicular al campo magnético terrestre y colocar la brújula medianamente centrada en el punto medio del eje de las bobinas. Medir las dimensiones de las bobinas y contar  $N$ .
2. Medir la deflexión de la brújula  $\theta$  para diferentes valores de la corriente (medida indirectamente a través de la caída de potencial en la resistencia de lectura) en las bobinas. Tomar 6 o 7 puntos, y determinar la tangente del ángulo para cada caso.
3. Ajustar los puntos experimentales ( $\tan(\theta)$  vs  $I$ ) con el Lab<sup>®</sup> Origin utilizando regresión lineal para obtener la pendiente de la recta experimental. De dicho valor estimar del campo magnético terrestre.
4. Elaborar informe.

**EXPERIMENTO 3: Circuitos R-L-C. Resonancia.**

**Objetivos:** Que el estudiante obtenga las curvas de resonancia de un circuito R-L-C serie y que las relacione con los parámetros físicos del mismo. Que estime además el valor de la inductancia utilizada.

**Marco teórico:**

La resonancia es un fenómeno presente en cualquier sistema físico. En un circuito serie R-L-C la impedancia viene dada (en módulo) por la expresión

$$|Z| = \left( R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2 \right)^{1/2},$$

siendo mínima para la frecuencia  $\omega_0 \equiv \sqrt{1/LC}$  (frecuencia de resonancia). Las curvas  $I$  vs  $\omega$  se denominan curvas de resonancia y tienen un máximo en  $\omega = \omega_0$ . Las curvas serán tanto más pronunciadas cuanto menor sea la resistencia  $R$  del circuito.

**Elementos necesarios:**

1. Generador de ondas.
2. Resistencia eléctrica.
3. Capacitor.
4. Inductor con núcleo de aire. Valor medido:  $L = (0.34 \pm 0.04)$  mH
5. Osciloscopio de 2 canales.
6. Calibre.
7. Cinta métrica

**Tareas a realizar:**

1. Conectar el circuito R-L-C serie al generador de ondas.
2. Medir simultáneamente con el osciloscopio la tensión entre bornes de la resistencia y la tensión senoidal aplicada por el generador de ondas (conectar las referencias de ambos canales al mismo punto).
3. Con la función Measure del Osciloscopio, medir el valor eficaz de la tensión en la resistencia, para diferentes frecuencias.
4. Graficar la señal de tensión en la resistencia vs la frecuencia.
5. Indicar la frecuencia resonante y compararla con el valor teórico.
6. Realizar además una estimación del coeficiente de autoinducción de la bobina usada y compararla con el valor dado.
7. Realizar informe.

**EXPERIMENTO 4: Óptica física. Difracción de Fraunhofer en una rendija.**

**Objetivos:** Que el estudiante experimente en forma cuantitativa sobre el comportamiento ondulatorio de la luz. Que estime la longitud de onda de un diodo-láser.

**Marco teórico:**

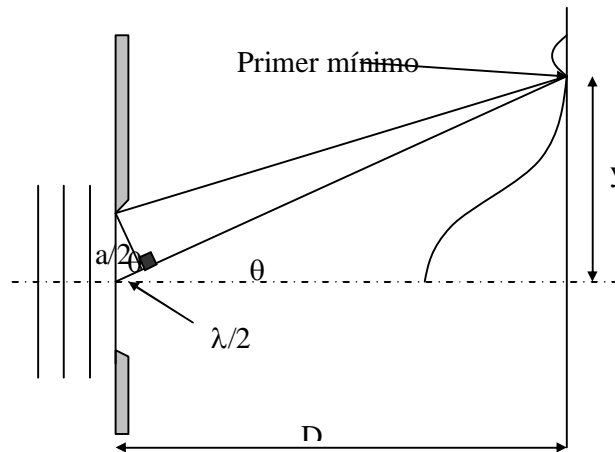
Cuando la luz monocromática atraviesa una ranura de ancho  $a$  comparable a su longitud de onda  $\lambda$ , aparecen fenómenos que se relacionan directamente con su comportamiento ondulatorio. Conformándose un patrón de difracción (o dispersión de la luz) no uniforme debido a las contribuciones constructivas y destructivas (interferencia) de los diferentes frentes de onda (principio de Huygens).

El primer mínimo del patrón de difracción ocurre cuando las diferencias de camino óptico son de media longitud de onda (contribución destructiva)

$$a \operatorname{Sen} \theta = \lambda .$$

Para ángulos pequeños el seno del ángulo se puede aproximar por la tangente. Midiendo la distancia  $y$  al primer mínimo, puede calcularse la longitud de onda del láser de la relación

$$a \frac{y}{D} \cong \lambda .$$



**Elementos necesarios:**

1. Láser continuo de He-Ne (632.8 nm).
2. Pantalla.
3. Calibre a modo de ranura calibrada.
4. Metro.
5. Calibre.

**Tareas a realizar:**

1. Montar el puntero, la ranura y la pantalla y calibrarlo.
2. Medir las distancias involucradas y estimar la longitud de onda del diodo-láser con su correspondiente error.
3. Realizar informe.

**EXPERIMENTO 5: Termometría Ley de enfriamiento.**

**Objetivos:** Que el alumno estudie el proceso de enfriamiento y calentamiento de cuerpos. Análisis de la ley de enfriamiento de Newton.

**Marco teórico:**

Cuando un cuerpo que está a una temperatura  $T_0$  se pone de repente en contacto térmico con un medio de temperatura distinta, su temperatura no cambia en forma instantánea, sino que llega al equilibrio térmico con el medio en forma paulatina. El objeto de este experimento



consiste en explorar la respuesta temporal de un termómetro de mercurio. En este caso definimos el tiempo de respuesta de un termómetro como el tiempo característico que tarda en alcanzar la temperatura del medio circundante.

La ley de enfriamiento de Newton establece que la rapidez de variación de la temperatura es proporcional a la diferencia entre la temperatura del cuerpo y la del medio ambiente, es decir

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_m)$$

donde  $k$  es una constante de proporcionalidad que depende del cuerpo, del medio y de la masa del cuerpo.  $T_m$  es la temperatura del medio.

**Elementos necesarios:**

1. Sensor de temperatura Pasco.
2. Probeta plástica rodeada con arena.
3. Datalogger Pasco.
4. Baño térmico.
5. Computadora personal.

**Tareas a realizar:**

1. Sumerja la sonda en agua hirviendo hasta que la lectura se estabilice, lo que indicará que alcanzó el equilibrio con el baño térmico. Defina esta temperatura leída  $T_0$ , como la temperatura del instante inicial ( $T(t = 0) \equiv T_0$ ). Retire la sonda del baño térmico hasta que compruebe que la temperatura se estabiliza al valor  $T_m$  que será la temperatura del ambiente. Cuando se retira el termómetro del baño es importante no moverlo para no agitar el aire ambiente y evite corrientes de aire.
2. Represente gráficamente las mediciones de temperatura vs el tiempo para este proceso de enfriamiento.
3. Obtenga la rapidez de enfriamiento definida por la derivada local  $dT/dt$  y represente su evolución temporal (derive la curva obtenida en el punto anterior). ¿Cuándo se enfría más lentamente?
4. Trate de explicar analíticamente la curva observada. ¿Los datos guardan buen acuerdo con la ley de enfriamiento de Newton?
5. Realizar informe.

**14. Anexo**

La formación experimental realizada en el Laboratorio de Física (con una duración de 10 horas cátedra) se realiza en horario extracurricular.