

<b>PROGRAMA - AÑO 2022</b>			
<b>Espacio Curricular:</b>	Física Experimental I (F201)		
<b>Carácter:</b>	Obligatorio	<b>Período</b>	1º semestre
<b>Carrera/s:</b>	Licenciatura en Ciencias Básicas con orientación en Física		
<b>Profesor Responsable:</b>	Pablo CREMADES		
<b>Equipo Docente:</b>	Federico CARTELLONE		
<b>Carga Horaria:</b> 96 hs.			
<b>Requisitos de Cursado:</b>	Tener aprobada: Física General IIA (F102), Física General IIB (F102), Cálculo II (M102) y Probabilidad y Estadística (M105)		

### **1-EXPECTATIVAS DE LOGRO**

Adquirir conocimiento de los temas centrales de la Física Clásica, a través de la realización de experiencias en el laboratorio, complementadas con la adquisición de los conceptos básicos de la interpretación formal de dichos experimentos.

### **2-DESCRIPTORES**

Técnicas experimentales básicas. Adquisición y tratamiento de datos empíricos. Elementos básicos de electrónica. Experiencias de Mecánica Clásica, Electricidad, Magnetismo y Óptica.

### 3-CONTENIDOS ANALÍTICOS

**Unidad 1:** Instrumental de laboratorio.

Utilización de voltímetro, amperímetro, osciloscopio, generador de señales, cronómetro, termómetros, termocuplas y sistemas de adquisición de datos automáticos. Repaso de corriente continua y corriente alterna. Nociones de seguridad en el laboratorio.

**Unidad 2:** Tratamiento de errores.

Distribuciones de errores. Distribución normal. Valores medios y dispersiones. Propagación de errores. Cifras significativas.

**Unidad 3:** Ajustes lineales y no lineales de datos.

Regresión lineal por mínimos cuadrados. Errores de los parámetros ajustados. Ajuste no lineal de datos por métodos iterativos. Bondades de los ajustes. Coeficiente de correlación.

**Unidad 4:** Análisis y procesamiento de datos.

Uso de Jupyter Notebooks como cuaderno de laboratorio. Uso de Python para análisis y procesamiento de datos experimentales: paquete SciPy.Optimize para ajustes lineales y no lineales y estimación del error en los parámetros de ajuste; paquete Matplotlib para gráficos; paquete SciPy.Integrate para resolver problemas de valores iniciales.

**Unidad 5:** Conceptos de electrónica.

Elementos básicos de electrónica. Resistencias. Capacitores. Inductancias. Transformadores. Fuente de corriente. Diodos. Leds. Fotodiodos. Fototransistores. Fotorresistencias. Transistores. Filtros.

**Unidad 6:** Escritura científica.

Organización de un trabajo científico. Rol de los autores, editor y referis. Revistas científicas. Proceso de publicación. Presentación de datos. Material bibliográfico y referencias.

## 4-BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía Básica

- 1- John R. Taylor, An Introduction to Error Analysis, University Science Books, Segunda Edición, 1996.
- 2- George C. Canavos, Probabilidad y Estadística - Aplicaciones y Métodos, McGraw Hill, Cuarta Edición, 1995.
- 3- George F. Simmons, Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones y notas históricas, McGraw Hill, Segunda Edición, 2000.
- 4- Resnik R., Halliday D. y Kenneth K., Física Vol. I y Vol. II, Compañía Editorial Continental, Tercer Edición, 1994.
- 5- Jake VanderPlas, Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data, Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data, 1st Edition. 2016

### Bibliografía Complementaria

- 1- Eisberg R., Fundamentos de Física Moderna, Mexico Limusa, 1983.
- 2- Feynman R., Física, Fondo Educativo Interamericano Bogota, Tercera Edición, 1971.
- 3- Boylestad, Introducción al Análisis de Circuitos, Pearson - Prentice Hall, Décima Edición, 2004.
- 4- Pallas R., Instrumentos Electrónicos Básicos, MARCOMBO S.A., Primer Edición, 2006.

## 5-METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN DURANTE EL CURSADO

Se dictan 2 clases semanales presenciales de 4 (cuatro) horas en el laboratorio. La metodología de trabajo es de tipo “aula-taller” donde los estudiantes trabajan en grupos de 2 o 3 estudiantes, combinando los contenidos teóricos, prácticos y experimentales. Se fomenta el debate, tanto para la comprensión conceptual de los fenómenos como para las propuestas de programación en Python y la elaboración de modelos adecuados a cada sistema experimental.

Los contenidos del programa, que están organizados en unidades temáticas, se abordan transversalmente a través de:

- clases asincrónicas que incluyen: videos, material de lectura y lecciones elaborados por los docentes, disponibles en el aula virtual.
- 4 trabajos prácticos de resolución de ejercicios en Python
- 7 prácticas de laboratorio

### Trabajos prácticos de resolución de ejercicios en Python

Desde la comisión de seguimiento de la carrera de Licenciatura en Ciencias Básicas con Orientación en Física se ha propuesto que la enseñanza del lenguaje de programación Python para el procesamiento y análisis de datos sea transversal a lo largo de la carrera. En función de esto, en este espacio curricular se enseñan las herramientas de Python para hacer análisis estadísticos, ajustes lineales y no lineales, resolver problemas de valores iniciales y graficar datos experimentales. En este sentido, este espacio curricular articula con las materia electivas “Introducción a la programación en Python” y “Taller de Física Computacional”

A continuación se enumeran los trabajos prácticos:

1. Regresión lineal
2. Ajustes no lineales
3. Problemas de valores iniciales
4. Simulación de filtros electrónicos

La intencionalidad pedagógica de los trabajos prácticos es que el estudiante desarrolle las competencias en programación en Python necesarias para luego poder resolver las prácticas de laboratorio. De manera que los trabajos prácticos propuestos guardan estrecha relación con los problemas que se plantean en las prácticas de laboratorio.

### Prácticas de laboratorio

A continuación se describen las prácticas de laboratorio:

### ***Determinación de la aceleración de la gravedad en Mendoza***

#### Intencionalidad pedagógica:

Se pretende que el estudiante observe cuáles son los factores que intervienen en la calidad de una medida indirecta. Se busca además que el estudiante sea capaz de proponer modificaciones en el método experimental tendientes a mejorar la calidad de dicha medida.

#### Descripción de la experiencia:

Se determina la aceleración de la gravedad mediante un péndulo simple, midiendo su período con un cronómetro y su longitud con una cinta métrica. Con esta experiencia, el estudiante concluye que para mejorar la calidad de la medida de la aceleración de la gravedad se debe mejorar simultáneamente la precisión de ambas medidas directas (período y longitud). Posteriormente se les presenta a los estudiantes el péndulo de Kater y se les explica cómo su utilización puede constituir una mejora sustancial en el método de medición de la aceleración de la gravedad. A su vez, se reemplaza el cronómetro por un sensor óptico para medir el período.

Contenidos abordados: **Unidades 1, 2, 4, 5 y 6**

### ***Oscilador armónico forzado. Sistema péndulo físico-resorte***

#### Intencionalidad pedagógica:

Se pretende que el estudiante observe experimentalmente el fenómeno de resonancia y el efecto del amortiguamiento en la respuesta en frecuencia del sistema, elabore el modelo teórico correspondiente y lo contraste con los resultados experimentales. Se busca además que el estudiante sea capaz de construir un dispositivo simple que permita convertir la posición angular instantánea del péndulo en una señal eléctrica que pueda ser registrada en un osciloscopio.

#### Descripción de la experiencia:

El sistema consiste en un péndulo físico amortiguado que está acoplado a un resorte excitado mediante un driver mecánico que genera una fuerza impulsora de frecuencia variable y amplitud constante. Los estudiantes construyen y calibran un dispositivo que permite registrar la posición angular instantánea del péndulo físico mediante un osciloscopio. El método de calibración se hace mediante una regresión lineal de los datos de amplitud angular y tensión. Una vez calibrado el sensor, el estudiante debe registrar la respuesta en frecuencia del sistema y determinar su frecuencia de resonancia. Por otro lado, el estudiante debe elaborar un modelo teórico para el sistema. Para ello debe hacer un análisis dinámico y hallar la expresión de la amplitud de la oscilación forzada en función de la frecuencia de excitación. Finalmente, haciendo un ajuste no lineal de dicha expresión con los datos experimentales, puede estimar el coeficiente de amortiguamiento.

Contenidos abordados: **Unidades 1, 2, 3, 4, 5 y 6**

### ***Osciladores acoplados: modos normales***

#### Intencionalidad pedagógica:

Se pretende que el estudiante observe experimentalmente los modos normales de vibración

de un sistema de osciladores armónicos acoplados. Se espera que el alumno plantee el sistema de ecuaciones diferenciales que describen al sistema, calcule las frecuencias de los modos normales y contraste los valores hallados con las frecuencias medidas experimentalmente.

Descripción de la experiencia:

El sistema consiste en 2 o 3 péndulos simples acoplados. El estudiante debe plantear el sistema de ecuaciones diferenciales acopladas que describe al sistema físico y calcular la frecuencia de los modos normales de oscilación. Luego, debe poner el sistema a oscilar en cada uno de esos modos y medir la frecuencia de oscilación en cada caso, utilizando una fotoc compuerta. Debe comparar los valores del modelo teórico con los valores experimentales.

Contenidos abordados: **Unidades 1, 2, 4, 5 y 6**

***Equivalente eléctrico del calor***

Intencionalidad pedagógica:

Se pretende que el estudiante analice un sistema termodinámico abierto al que se le entrega calor en forma de potencia eléctrica y determine el rango de validez de la Ley de enfriamiento de Newton. Se espera que el estudiante sea capaz de evaluar las aproximaciones que pueden hacerse sobre el sistema y proponer un modelo que describa la temperatura del sistema como función del tiempo, y que a partir del mismo haga predicciones y las verifique experimentalmente.

Descripción de la experiencia:

El sistema consiste en un recipiente con una cantidad determinada de agua a temperatura ambiente. En el recipiente se introduce una lámpara incandescente conectada a una fuente de tensión. Al encender la lámpara, parte de la energía eléctrica se convierte en calor que se entrega al sistema. El estudiante debe registrar la temperatura a intervalos regulares de tiempo y medir la tensión y corriente suministrada a la lámpara para determinar la potencia eléctrica. Se pide al estudiante que encuentre un modelo para la temperatura como función del tiempo. A partir de los datos de temperatura registrados, el estudiante debe hallar el factor de transferencia de calor del sistema al ambiente mediante un ajuste no lineal. Finalmente, debe calcular el valor de la temperatura de equilibrio del sistema y comparar con el valor medido experimentalmente.

Contenidos abordados: **Unidades 1, 2, 3, 4 y 6**

***Sistemas termodinámicos acoplados***

Intencionalidad pedagógica:

Se pretende que el estudiante se enfrente a un sistema físico descrito mediante un problema de valores iniciales cuyas ecuaciones diferenciales acopladas, ordinarias y de primer orden, tienen una solución analítica complicada. Se espera que el estudiante aprecie las ventajas de resolver el problema mediante métodos numéricos.

#### Descripción de la experiencia:

El sistema consiste en dos recipientes conductores del calor, llenos con agua, a distintas temperaturas, uno dentro del otro. El recipiente interior contine agua caliente (temperatura mayor que la temperatura ambiente), y el recipiente exterior tiene agua fría (temperatura menor que la temperatura ambiente). Ambos recipientes están abiertos al ambiente. El estudiante debe medir la temperatura inicial de cada recipiente y luego continuar registrando las temperaturas a intervalos regulares de tiempo. Se pide al estudiante que plantee el sistema de ecuaciones diferenciales que describe al sistema, utilizando la ley de enfriamiento de Newton. Luego, a partir de las condiciones iniciales, debe resolver numéricamente el sistema. Finalmente, haciendo un ajuste de la solución numérica a los datos de temperatura registrados, debe hallar los coeficientes de transferencia de calor entre los recipientes, y de éstos al ambiente.

Contenidos abordados: **Unidades 1, 2, 3, 4 y 6**

#### ***Filtros electrónicos analógicos***

##### Intencionalidad pedagógica:

Se pretende que el estudiante comprenda la importancia de los sistemas Lineales e Invariantes en el Tiempo. Para ello se propone que diseñe y construya distintos filtros electrónicos (pasa bajos, pasa altos y pasa banda). Se espera que el estudiante sea capaz de utilizar la transformada de Fourier para modelar cada circuito. Se propone además que el estudiante aprenda a utilizar un simulador de circuitos para verificar los parámetros de diseño de los filtros.

##### Descripción de la experiencia:

Se le presenta al estudiante la topología de filtros electrónicos pasivos de primer orden: filtro pasa-bajos, filtro pasa-altos y filtro pasa-banda. Para cada circuito, debe plantear la ecuación diferencial característica, y aplicar la transformada de Fourier para hallar la función de transferencia en el dominio de la frecuencia compleja. A partir de la función de transferencia, debe determinar la expresión analítica de las frecuencias de corte para cada filtro. Luego, el estudiante debe diseñar y construir filtros con una determinada frecuencia de corte. Utilizando un generador de señales y el osciloscopio, debe registrar la respuesta en frecuencia de cada filtro y comparar con los modelos teóricos. Finalmente, debe medir experimentalmente la frecuencia de corte y comparar con el valor de diseño.

Contenidos abordados: **Unidades 1, 2, 3, 4, 5 y 6**

#### ***Práctica especial***

Además de las prácticas descritas anteriormente, el estudiante deberá proponer un tema de su interés (adecuado a los descriptores de la materia), diseñar e implementar una práctica experimental, definiendo claramente los objetivos y el alcance de la práctica.

#### **Evaluación durante el cursado**

Por cada práctica de laboratorio, el estudiante debe presentar un informe con formato de artículo científico (paper). Los informes son corregidos por los docentes de la cátedra y



devueltos para que el estudiante haga las correcciones. El estudiante tiene dos instancias para aprobar los informes de las prácticas de laboratorio y los trabajos prácticos.

Adicionalmente, el estudiante debe seleccionar un informe de laboratorio para ser sometido a evaluación externa. El docente responsable envía el trabajo a otro docente del área de física, externo a la cátedra, para que evalúe el trabajo como si fuera un referee. De esta manera, se espera que el estudiante se familiarice con el sistema de publicación de trabajos científicos. Este proceso de evaluación externa permite además fortalecer el espacio curricular incorporando la mirada de otros docentes, y articulando con otros espacios curriculares.

#### 6- CONDICIONES DE REGULARIDAD TRAS EL CURSADO

Este espacio curricular, por las características puramente experimentales, el estudiante obtiene la condición de regular al mismo tiempo que la condición de promocional, ya que todos los contenidos y desarrollo de capacidades se evalúan de manera continua durante el cursado y no es posible acreditar todos los contenidos en una sola evaluación del tipo de un examen final.

#### 7- SISTEMA DE APROBACIÓN Y/O PROMOCIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR

El estudiante debe realizar el 100% de las prácticas de laboratorio. Deberá aprobar el 100% de los trabajos prácticos, el 70% de los informes de laboratorio y el informe sometido a revisión externa.

Cada informe de laboratorio tendrá 2 instancias de entrega con fechas previamente establecidas por el docente responsable. Los informes entregados fuera de término se considerarán desaprobados.

Podrán rendir en **condición de libre** aquellos estudiantes que hayan aprobado el 100% de las prácticas de laboratorio durante el cursado, pero que por alguna razón excepcional y justificada no hayan podido promocionar la materia.

<b>PROMOCIONABLE</b> <i>(Marque con una cruz la respuesta correcta)</i>	SI	X	NO	
---	----	---	----	--

  
Germales Pablo  
DNI: 30.536.460

FIRMA Y ACLARACIÓN  
DEL RESPONSABLE DEL ESPACIO CURRICULAR

  
✓ Alejandro M. Lobos  
Director Orientación Física