



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA

## SÍLABO

### 1. DATOS GENERALES

<b>Asignatura</b>	<b>: MECÁNICA CLÁSICA II</b>
Código	: CF0503
Créditos	: 4,0
Pre-requisito	: Mecánica Clásica I
Semestre Académico	: 2022 – I
Modalidad	: No presencial (virtual)
Ciclo	: 5°
Carácter	: Obligatorio
Naturaleza	: Profesional
Duración semanas	: 17
Número de horas por semana	: 5 h
	Teoría : 3 h
	Práctica : 2 h
Profesor	: Fulgencio Villegas Silva

### 2. **SUMILLA**

Asignatura obligatoria de nivel profesional, dirigida a estudiantes del tercer año de la carrera de Física de la UNMSM. Su naturaleza es teórico-práctica, de sólida formación científica. El propósito es el estudio de la realidad física con conocimiento de diversas teorías, conceptos y enfoques de la ciencia, que el estudiante desarrolle conocimientos, habilidades y destrezas para manejar técnicas, métodos y procedimientos de la mecánica clásica que corrientemente usan los físicos para explicar y modelar fenómenos físicos que se presentan cotidianamente en la naturaleza, aplicarlos en la solución de problemas y en proyectos preliminares de investigación. Desarrolla actitud crítica, solidaria, creativa, participativa, democrática y búsqueda de la verdad. Orientado a crear, desarrollar y difundir conocimientos, cultivar ciencia y tecnología.

**Contenido:** Mecánica Analítica: Fundamentos del cálculo variacional. Formalismo de la mecánica de Lagrange con aplicaciones. Formulación lagrangiana desarrollada a partir del principio de Hamilton y del principio de d'Alembert. Formalismo de la mecánica de Hamilton. Aplicaciones.

### 3. **COMPETENCIAS DE LA CARRERA**

El estudiante se familiariza con los fundamentos de la física acompañados de técnicas matemáticas consistentes, de manera tal que desarrolla nuevas habilidades y destrezas en las aplicaciones y resolución de problemas siguiendo un proceso estructurado y lógico pasando de menor a mayor grado de conocimiento, dialécticamente y sin límites.

- Autoformación, comportamiento ético y liderazgo.
- Comunicación oral y escrita, trabajo en equipo.
- Conoce la teoría y la aplica a situaciones resolviendo problemas concretos de la realidad.
- Investigación formativa.
- Conoce los elementos para la construcción de modelos de la mecánica.

## 4. COMPETENCIAS Y CAPACIDADES DEL CURSO

### 4.1 COMPETENCIAS GENERALES

El estudiante:

- Conoce el avance científico del país y el mundo a través de la historia y desarrollo actual.
- Conoce y analiza la teoría en el marco clásico de la mecánica y su relación con la naturaleza, resolviendo problemas concretos.
- Aplica los principios fundamentales aplicando el formalismo de la mecánica clásica.
- Identifica los parámetros concernientes a la mecánica clásica.
- Comprende los efectos de los fenómenos respecto a la interacción sustancia-energía.
- Establece y resuelve rigurosamente las ecuaciones de la mecánica clásica, con los formalismos usualmente usadas por los físicos.

### 4.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL CURSO

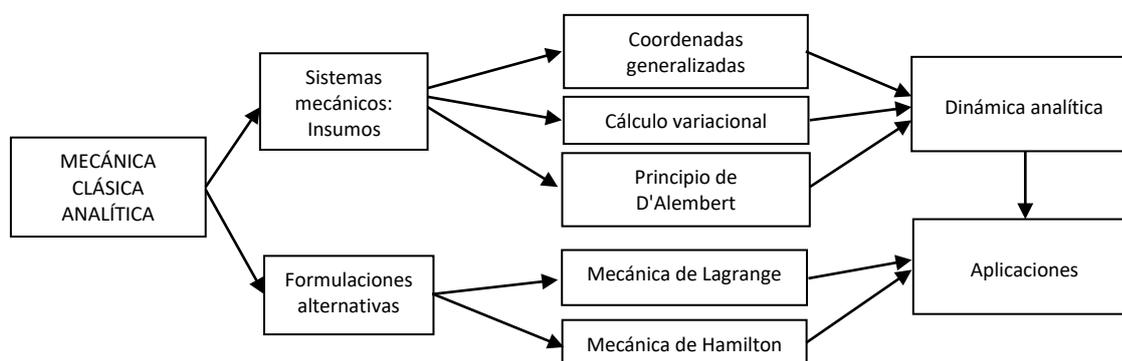
Al finalizar el curso el estudiante podrá:

- Desarrollar un conjunto de habilidades cognitivas que le permitirán optimizar sus procesos de razonamiento.
- Observar la naturaleza con dirección intencional.
- Analizar y expresar físicamente los fenómenos mecánicos desde un punto de vista físico clásico.
- Interpretar y aplicar físicamente de manera correcta el formalismo de la mecánica clásica.
- Comprender e interpretar el significado físico de las ecuaciones de movimiento de sistemas mecánicos clásicos y está familiarizado con el tratamiento matemático desde el punto de vista de la mecánica analítica: de Lagrange y de Hamilton.
- Identificar los distintos fenómenos y conceptos de la mecánica clásica acontecidos en la vida diaria.
- Pensar, ordenar, clasificar, representar, memorizar, participar, evaluar con mentalidad científica.

### 4.3 CAPACIDADES

- Utiliza los formalismos de la mecánica clásica para resolver con habilidad y destreza problemas de aplicación, analizando y evaluando los resultados.

## 5. MAPA DE APRENDIZAJE



## 6. UNIDADES DE APRENDIZAJE

### UNIDAD APRENDIZAJE Nº 1. MECÁNICA CLÁSICA: GENERALIDADES Y FORMULACIONES ALTERNATIVAS

**Logro de la unidad.** Comprende y reflexiona sobre la importancia de las diferentes formulaciones de la mecánica clásica.

**Competencia específica 1:** Maneja, ordena, clasifica y representa los sistemas mecánicos escleronómicos, reonómicos, holonómicos, no-holonómicos, conservativos, no-conservativos.

**Competencia específica 2:** Maneja sistemas de coordenadas ortogonales.

**Competencia específica 3:** Maneja sistemas de coordenadas generalizadas y sistemas con ligaduras

**Competencia específica 4:** Maneja procedimientos basados en el cálculo de variaciones

Semana	Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Contenidos Actitudinales
1	<b>INTRODUCCIÓN</b> Fundamentos de la mecánica analítica. Características cinemáticas y dinámicas del movimiento mecánico de un punto material. Representación del radio vector de posición, de la velocidad instantánea y de la aceleración instantánea en los diversos sistemas de coordenadas: cartesiano, cilíndrico, esférico y otros.	Define, ordena, clasifica y representa las características fundamentales del movimiento mecánico de un punto material. Resuelve ejercicios aplicados.	Comprende la importancia de las características cinemáticas y dinámicas de un punto material. Reflexiona sobre la importancia de la mecánica clásica. Participa activamente, con responsabilidad en el proceso enseñanza-aprendizaje.
2	<b>FORMULACIONES ALTERNATIVAS DE LA MECÁNICA CLÁSICA</b> Mecánica analítica, reseña histórica. Sistema mecánico: Libre y ligado. Ligaduras. Clasificación de los sistemas mecánicos. Problemas.	Define, ordena, clasifica y representa los sistemas mecánicos. Resuelve ejercicios aplicados.	Comprende la importancia de las formulaciones de la mecánica. Reflexiona sobre el formalismo de la mecánica clásica. Participa activamente, con responsabilidad en las actividades programadas.
3	<b>Dinámica analítica.</b> Estado de movimiento. Ecuaciones de movimiento. Grados de libertad. Coordenadas generalizadas. Sistemas de coordenadas generalizadas. Ecuaciones de transformación reducida. Problemas.	Define, ordena, clasifica y representa los sistemas de coordenadas generalizadas. Resuelve ejercicios de sistemas con ligaduras y diferentes grados de libertad.	Participa activamente, con responsabilidad en las actividades programadas. Comprende la importancia de las coordenadas generalizadas.
4	<b>Cálculo de variaciones,</b> procedimientos. Concepto de variación. Una variable dependiente y otra independiente. Ecuación de Euler, forma alternativa. Problema de la braquistócrona. Geodésica de la esfera. Funciones de varias variables dependientes. Ecuación de Euler con condiciones auxiliares. Problemas.	Resuelve ejercicios aplicando cálculo de variaciones.	Participa activamente, con responsabilidad en las actividades programadas. Comprende la importancia de los procedimientos.

## UNIDAD APRENDIZAJE Nº 2: MECÁNICA DE LAGRANGE

**Logro de la unidad.** Conoce y comprende el principio de D'Alembert y la función de Lagrange.

**Competencia específica 1:** Sabe aplicar los principios de la mecánica analítica a diversos casos.

**Competencia específica 2:** Sabe aplicar las ecuaciones de movimiento a casos específicos.

Semana	Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Contenidos Actitudinales
5	Principios de Newton – Euler. Mecánica Analítica: Métodos. Desplazamiento posible y desplazamiento virtual. Trabajo virtual. Ligaduras ideales. Ecuación general de la dinámica.	Maneja los conceptos de desplazamiento posible y desplazamiento virtual. Define Sistemas mecánicos libres, no libres y con ligaduras. Resuelve problemas.	Reflexiona sobre la importancia de los sistemas mecánicos. Comprende la importancia de la dinámica analítica.
6	Ecuaciones de Lagrange de primera especie. Principio D'Alembert. Formas diferenciales. Sistemas holonómicos. Fuerzas generalizadas de segunda y primera especie en	Deduce el principio de D'Alembert. Define el desplazamiento y trabajo virtual. Analiza las ecuaciones de	Comprende la importancia del principio de D'Alembert y de las ecuaciones de Lagrange.

	coordenadas independientes. Análisis de las ecuaciones de Lagrange Energía, trabajo. Problemas.	Lagrange.	
7	Funciones de Lagrange. Ecuaciones de movimiento de un sistema conservativo, teorema de Noether. Sistemas naturales. Sistemas giroscópicos. Problemas.	Maneja las ecuaciones de movimiento de Lagrange para sistemas conservativos.	Muestra preocupación y dedicación por el cumplimiento de las tareas asignadas.
8	<b>EXAMEN PARCIAL</b>		

### UNIDAD APRENDIZAJE N° 3: PRINCIPIOS VARIACIONALES Y ECUACIONES DE LAGRANGE

**Logro de la unidad.** Maneja las técnicas del cálculo de variaciones

**Competencia específica 1:** Maneja las ecuaciones canónicas de Hamilton en sistemas conservativos.

**Competencia específica 2:** Utiliza los paréntesis de Poisson en las aplicaciones correspondientes.

Semana	Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Contenidos Actitudinales
9	<b>PRINCIPIOS VARIACIONALES Y ECUACIONES DE LAGRANGE.</b> Principios: Relatividad de Galileo, mínima acción. Técnicas del cálculo. Deducción de ecuaciones desde el principio de Hamilton. Problemas.	Maneja solventemente los principios variacionales y las ecuaciones de Lagrange.	Muestra habilidad y destreza en la solución de ejercicios. Reflexiona sobre la importancia de los principios variacionales.
<b>EXAMEN PARCIAL N° 01</b>			
10	Generalización del principio de Hamilton. Velocidades y momento generalizados. Análisis de fuerzas potenciales y no-potenciales.	Construye la función de Lagrange, fuerzas potenciales y no-potenciales.	Demuestra habilidad y destreza en la solución de ejercicios de aplicación de las ecuaciones de Lagrange.
11	Función de Hamilton. Ecuaciones canónicas de Hamilton para sistemas conservativos. Paréntesis de Poisson, Problemas.	Interpreta, calcula y resuelve problemas relacionados con las ecuaciones canónicas de Hamilton para sistemas conservativos.	Reflexiona sobre la importancia de las ecuaciones canónicas de Hamilton.
12	Primeras integrales. Coordenadas cíclicas. Dinámica de Hamilton. Estructura de la función lagrangiana. Problemas.	Interpreta, calcula y resuelve problemas relacionados con la dinámica de Hamilton	Muestra habilidad y destreza en la solución de ejercicios de aplicación. Reflexiona sobre la importancia de las variables dinámicas y de Hamilton.

### UNIDAD APRENDIZAJE N° 4: TEORIA DE HAMILTON

**Logro de la unidad.** Describir y aplica las leyes de la mecánica de Hamilton.

**Competencia específica 1:** Comprende las transformaciones de Legendre.

**Competencia específica 2:** Mecánica analítica con infinito grados de libertad.

Semana	Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Contenidos Actitudinales
13	Potenciales dependientes de la velocidad y el tiempo. Teoremas de conservación: Energía, ímpetu, momento angular. Espacio fásico y el teorema de Liouville. Teorema del virial. Problemas.	Construye modelos de potenciales dependientes de la velocidad y el tiempo. Construye modelos en el espacio fásico. Aplica el teorema de Liouville.	Muestra habilidad y destreza en la solución de ejercicios aplicando espacios de fases.
14	<b>ECUACIONES DE HAMILTON.</b> Transformaciones de Legendre y ecuaciones de Hamilton. Coordenadas cíclicas. Teorema de conservación. Significado físico del hamiltoniano. Deducción de las ecuaciones de Hamilton a partir del principio variacional. Principio de mínima acción. Problemas.	Construye modelos de aplicación a partir del principio de mínima acción y las ecuaciones de Hamilton a partir del principio variacional.	Muestra preocupación y dedicación por el cumplimiento de las tareas asignadas. Reflexiona sobre la importancia de la mecánica de Hamilton y sus aplicaciones.

	<b>Mecánica analítica con infinito grados de libertad.</b> Ecuación de Poisson, ecuación espectral. Ecuación de los fluidos. Cinemática de fluidos, integración de Bernoulli. Problemas.	Maneja la mecánica analítica con un número infinito de grados de libertad.	Muestra habilidad y destreza en la solución de ejercicios. Reflexiona sobre la importancia de los sistemas con un número infinito de grados de libertad.
--	--	--	--

### UNIDAD APRENDIZAJE Nº 5: CUERPOS RÍGIDOS, MOVIMIENTOS FUERTEMENTE ACOPLADOS

**Logro de la unidad.** Conocer el manejo de la mecánica analítica del cuerpo rígido, de los movimientos fuertemente acoplados y caos. Analizar y comprender el significado de sus leyes.

**Competencia específica 1:** Comprende características y comportamiento del cuerpo rígido.

**Competencia específica 2.** Comprende las características y comportamiento de los movimientos fuertemente acoplados.

Semana	Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Contenidos Actitudinales
15	<b>DINÁMICA DE CUERPO RÍGIDO</b> Limitaciones. Tensor de inercia. Momento angular. Ejes principales de inercia. Momentos de inercia de los cuerpos. Problemas.	Aplica la mecánica analítica a los sistemas de la vida cotidiana. Resuelve problemas aplicados a los cuerpos rígidos.	Muestra habilidad y destreza en la solución de ejercicios. Reflexiona sobre la importancia las aplicaciones de la dinámica analítica.
	Teorema de Steiner. Propiedades del tensor de inercia. Transformación de semejanza. Ángulos de Euler. Ecuaciones de Euler para un cuerpo rígido. Movimiento del trompo simétrico. Estabilidad en rotaciones del cuerpo rígido. Problemas.	Aplica la mecánica analítica a los sistemas de la vida cotidiana. Resuelve problemas aplicados a los sistemas rígidos.	Muestra preocupación y dedicación por el cumplimiento de las tareas asignadas. Reflexiona acerca de la importancia y aplicaciones de la dinámica analítica.
16	<b>MOVIMIENTOS FUERTEMENTE ACOPLADOS.</b> Sistemas de osciladores. La ecuación de onda y sus soluciones. Ondas electromagnéticas. Problemas.	Identifica y construye modelos aplicativos para los movimientos fuertemente acoplados de cuerpos, las ondas y sus soluciones.	Reflexiona sobre la importancia de los temas aprendidos aplicados en la mecánica analítica.
17	<b>EXAMEN FINAL</b>		

#### 7.- METODOLOGIA

Expositivo dialogado. Participación activa de los estudiantes.

#### 8.- EVALUACION

La nota promedio final se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{E_P + E_F + P}{3}$$

Dónde: E<sub>P</sub> examen parcial, E<sub>F</sub>: examen final, P: promedio de prácticas.

#### 9.- BIBLIOGRAFIA

##### Textos

- [1] **M. G. CALKIN**, *Lagrangian and Hamiltonian Mechanics*, World Scientific, 1996.  
 [2] **GOLDSTEIN, HERBERT; POOLE, C. P.; SAFKO, J. L.** *Classical Mechanics (3rd ed.)*. Addison-Wesley 2001.

##### Libros de consulta

- [1] **KEITH R. SYMON**, *Mecánica*, Aguilar, 1970.  
 [2] **JERRY MARION**, *Dinámica Clásica de las Partículas y Sistemas*, Reverté, 1975.  
 [3] **JOSEPH NORWOOD**, *Intermediate Classical Mechanics*, Prentice-Hall, 1979.  
 [5] **MURRAY R SPIEGEL**, *Mecánica Teórica*, McGraw-Hill, 1967.  
 [6] **WALTER GREINER**, *Classical Mechanics*, Springer, 2004.

- [7] **F. BEER – E. JOHNSTON Jr**, *Mecánica Vectorial para Ingenieros*, Dinámica y Estática, McGraw-Hill, Madrid, 1998.
- [8] **GOLDSTEIN, HERBERT**. *Mecánica Clásica*. Madrid 1959.
- [9] **HAUSER, W**. *Introduction to the Principles of Mechanics*, Uteha, 1969.
- [10] **SLATER, J. G. - FRANK, N. H**. *Mechanics*. Mc Graw-Hill, 1947