

FUNDAMENTOS DE MECÁNICA

Responsable: Dr. Jesús Santana Solano

Horas: 60

Descripción

Esta asignatura tiene el propósito de profundizar en los conocimientos de la mecánica clásica, como son los formalismos Lagrangiano y Hamiltoniano para describir la evolución temporal de sistemas mecánicos con el fin de obtener una visión amplia de diversos conceptos físicos y posteriormente poder adentrarse en una formulación más general, como es la mecánica cuántica. Esto permitirá entender un amplio número de fenómenos físicos que involucran la interacción radiación-materia, producción de radiación electromagnética, propiedades nucleares de la materia, etc. aplicados a tratamientos médicos.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante haya adquirido el conocimiento que permite:

- Identificar y aplicar las diferentes formulaciones de la mecánica clásica para entender fenómenos físicos.
- Apreiciar, identificar y aplicar el papel que juega la mecánica cuántica en la medicina moderna.

Temario

1. Introducción

- 1.1 Mecánica de un sistema de partículas
- 1.2 Leyes de Conservación
- 1.3 Coordenadas Generalizadas
- 1.4 El Principio de D'Alembert

2. Principios variacionales y las ecuaciones de Lagrange

- 2.1 Principio de Hamilton
- 2.2 Algunas técnicas del cálculo de variaciones
- 2.3 Derivación de las ecuaciones de Lagrange a partir del Principio de Hamilton
- 2.4 Teoremas de conservación y propiedades de simetría

3. Cinemática de un cuerpo rígido

- 3.1 Coordenadas independientes de un cuerpo rígido
- 3.2 Los ángulos de Euler
- 3.3 Teorema de Euler sobre el movimiento de un cuerpo rígido
- 3.4 Rotaciones Finitas
- 3.5 Rotaciones Infinitesimales

4. Cuerpo rígido

- 4.1 Momento Angular y la energía cinética
- 4.2 Tensor de Inercia
- 4.3 Valores propios del tensor de inercia
- 4.4 Ecuaciones de Euler

5. Oscilaciones pequeñas

- 5.1 Introducción
- 5.2 La ecuación de valores propios
- 5.3 Frecuencias de vibraciones libres
- 5.4 Vibraciones forzadas y el efecto de fuerzas disipativas

6. Formulación de Hamilton
 - 6.1 Transformaciones de Legendre y las ecuaciones de movimiento de Hamilton
 - 6.2 Coordenadas cíclicas
 - 6.3 Derivación de las ecuaciones de Hamilton del principio variacional
 - 6.4 Principio de mínima acción
7. Transformaciones canónicas
 - 7.1 Transformaciones canónicas
 - 7.2 Los paréntesis de Poisson
 - 7.3 Ecuaciones de movimiento, transformaciones canónicas infinitesimales y teoremas de conservación
 - 7.4 Teorema de Liouville
8. El origen de la mecánica cuántica
 - 8.1 La radiación del cuerpo negro
 - 8.2 La distribución de probabilidades de Boltzmann
 - 8.3 El efecto fotoeléctrico
 - 8.4 El efecto Compton
 - 8.5 La naturaleza dual de la radiación electromagnética
9. Partículas y ondas
 - 9.1 El principio de De Broglie
 - 9.2 Propiedades de las ondas piloto
 - 9.3 Regla de cuantización de Bohr
 - 9.4 Principio de Incertidumbre
10. Modelo atómico de Bohr
 - 10.1 El espectro atómico
 - 10.2 Los postulados de Bohr
 - 10.3 El átomo con un electrón
 - 10.4 Estados de energía atómica
11. Teoría de Schrödinger
 - 11.1 La ecuación de Schrödinger
 - 11.2 La interpretación de la función de onda
 - 11.3 Cuantización de la energía
 - 11.4 Valores esperados y operadores diferenciales
 - 11.5 El límite clásico de la mecánica cuántica
12. Átomos con un electrón
 - 12.1 El átomo con un electrón
 - 12.3 Números cuánticos, valores propios y degeneración
 - 12.4 Funciones propias y densidades de probabilidad
 - 12.5 Operadores de momento angular
 - 12.6 Ecuaciones de valores propios
13. Momentos magnéticos
 - 13.1 Momentos magnéticos orbitales
 - 13.2 El experimento de Stern y Gerlach y el espín del electrón
 - 13.3 El impulso angular total
 - 13.4 Correcciones relativistas para átomos con un electrón
14. Átomos con varios electrones
 - 14.1 Teoría de Thomas-Fermi
 - 14.2 Teoría de Hartree
 - 14.3 Estados excitados de los átomos

- 14.4 El efecto Zeeman
- 14.5 La estructura hiperfina

Formas de Evaluación

Se realizarán alrededor de cuatro exámenes parciales durante el semestre donde se evaluará la habilidad para resolver diferentes problemas básicos así como la comprensión de los conceptos o principios abordados. La calificación final será el promedio de las calificaciones parciales.

Bibliografía básica

- Goldstein, H., Classical Mechanics, 2ª edición, Addison-Wesley, 1980.
- Eisberg, Robert M., Fundamentos de Física Moderna, Limusa, 1991.
- Griffiths, David J., Introduction to Quantum Mechanics, Prentice Hall, 1994.

Electrodinámica

Responsable: Dr. Jesús Carlos Ruiz Suarez

Horas: 60

Descripción

Profundizar en los conceptos del electromagnetismo previamente adquiridos en el nivel de licenciatura, de tal suerte que el estudiante refuerce los conocimientos necesarios para una formación especializada de alto nivel. También se busca que el estudiante entienda claramente el carácter unificado de los fenómenos eléctricos y magnéticos y su relación con fuentes materiales tanto desde el punto de vista físico, como matemático. Así mismo se busca formalizar el estudio del comportamiento del campo electromagnético en presencia de materiales, estableciendo la conexión entre el enfoque macroscópico y el enfoque microscópico.

Posteriormente, se revisan el conjunto completo de las ecuaciones de Maxwell, y se aplican éstas a la deducción de la ecuación de onda y al estudio de la dinámica de las cargas. Ambos temas de estudio son fundamentales en la formación de todo físico, puesto que es el primer contacto del estudiante con el fenómeno de la interacción de la radiación con la materia y la óptica física, respectivamente. También es una oportunidad para tener una visión más cercana de una teoría que describe, en una forma muy completa, el campo mejor conocido de la naturaleza. Una meta definida en esta asignatura es mostrar los principios fundamentales en los cuales se basa el funcionamiento de antenas, cavidades resonantes, máquinas de rayos X y aceleradores de partículas.

Finalmente se procura que el estudiante desarrolle una habilidad razonable con las herramientas matemáticas más comúnmente utilizadas en esta disciplina.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante:

- Tenga las nociones básicas del electromagnetismo y de la electrodinámica clásica.
- Conozca los elementos básicos de la radiación de cargas aceleradas y la teoría de antenas.
- Ejercite sus conocimientos en matemáticas superiores tales como de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, transformadas integrales y funciones especiales.

Temario

1. **Álgebra vectorial.** Sistemas de coordenadas curvilíneas ortogonales. Los campos y sus fuentes: operadores vectoriales, integración y derivación vectorial. Teoremas de Gauss y Stokes. Función delta de Dirac.

2. **Electrostática.** Carga. Ley de Coulomb. Campo Eléctrico. Las ecuaciones de Laplace y Poisson. Teorema de unicidad. Solución del problema electrostático con condiciones de frontera con la ayuda de la función de Green. Momentos multipolares de una distribución de cargas. Energía del campo electrostático.

3. **El campo magnético.** La ley de Biot-Savart. La ley de Ampere. Potencial vectorial. Momentos multipolares de una distribución de corrientes. La ley de inducción. Coeficientes de autoinducción e inducción mutua. Energía del campo magnético.

4. **Leyes de conservación.** El teorema de Poynting. El tensor de esfuerzos de Maxwell. El momento angular.

5. **Ecuaciones de Maxwell.** El concepto de campo. Las ecuaciones de Maxwell en el vacío. Los potenciales electromagnéticos. Ecuaciones para los potenciales electromagnéticos. Conservación de la carga e invariancia de norma.

6. **Ondas electromagnéticas.** La ecuación de onda para los campos y los potenciales. Ondas planas. Polarización. Ondas no monocromáticas. Descomposición espectral. Introducción a la óptica física.

7. **Campos de cargas en movimiento.** La ecuación de onda con fuentes. Función de Green de la ecuación de onda. Potenciales retardados. Radiación de sistemas simples. Radiación de antenas. Radiación de una partícula puntual en movimiento. La ecuación de Abraham-Lorentz. Distribución angular y espectral de la radiación. Desarrollo multipolar del campo de radiación.

8. **Las ecuaciones de Maxwell en medios materiales.** Las ecuaciones de Maxwell microscópicas. El concepto de campo promedio. Definición de los campos materiales y las ecuaciones constitutivas. La deducción de las ecuaciones macroscópicas. Contribuciones multipolares a los campos materiales.

9. **La función dieléctrica.** El concepto de tensor dieléctrico. Dispersión temporal, causalidad y propiedades analíticas de la función dieléctrica. Su relación con la susceptibilidad y la conductividad.

10. **Ondas electromagnéticas en medios homogéneos.** Propagación de ondas electromagnéticas en medios materiales. Las relaciones de dispersión para modos longitudinales y transversales en medios homogéneos. Las velocidades de fase y de grupo. El índice de refracción. Propagación de pulsos en medios dispersivos.

11. **Leyes de conservación en medios materiales.** El teorema de Poynting. La disipación de energía. El tensor de esfuerzos de Maxwell. Fuerzas volumétricas sobre sólidos y fluidos.

12. **Dispersión y Difracción.** Dispersión de grandes longitudes de onda. Teoría perturbativa de la dispersión. Teoría de la difracción escalar y vectorial.

Formas de Evaluación

Al finalizar cada tema se hará una evaluación parcial que podría variar desde problemas teóricos, cuestionarios de opciones múltiples. Al finalizar el curso se hará una evaluación general del curso mediante resolución de problemas.

Bibliografía básica

1. Reitz, J. R., Milford, F. J., Christy, R. W. Fundamentos de la teoría electromagnética. Addison-Wesley, 1996.
2. Griffiths, D. J., Introduction to Electrodynamics, Prentice Hall, 1998.
3. Jackson, J. D. Classical electrodynamics. Wiley, 1999.
4. Purcell, E. M. Electricidad y magnetismo. Reverté, 1994
5. Barut, A. O. Electrodynamics and classical theory of fields and particles. Dover. 1980.
6. Alexéiev, A. I. Problemas de Electrodinámica Clásica. Mir, 1980.
7. Panofsky W.K.H y Phillips M., Classical electricity and magnetism, Addison-Wesley Publishing C., 1972.

Instrumentación Médica

Responsable: Dr. David Gutiérrez Ruiz

Horas: 60

Descripción:

En esta materia se estudian la teoría y aplicaciones de la instrumentación utilizada en mediciones fisiológicas y médicas. Esto incluye el estudio de las características de las variables fisiológicas y los dispositivos electrónicos utilizados para el acondicionamiento y procesamiento de señales biomédicas.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante desarrolle habilidades que le permitan:

- Aplicar sus conocimientos de matemáticas, física e ingeniería.
- Diseñar un sistema, componente o proceso que satisfaga necesidades específicas.
- Identificar, formular y resolver problemas.
- Comunicarse efectivamente,

Todo ello en el contexto de la instrumentación médica y las mediciones.

Temario:

1. Introducción (5 horas)

Repaso de circuitos analógicos

Adquisición digital de datos

Espectro en frecuencia y transformada de Fourier

2. Conceptos básicos de instrumentación médica (8 horas)

Terminología de medicina y dispositivos médicos

Modos operacionales

Parámetros médicos y fisiológicos

Señales modificantes e interferencias

Técnicas de compensación

Bioestadística

Características estáticas

Características dinámicas

3. Amplificadores y procesamiento de señales (6 horas)

Amplificador operacional

Amplificador inversor

Amplificador no inversor

Amplificador seguidor

Amplificador sumador

Amplificador diferencial

Amplificador comparador

Amplificador rectificador

Amplificador logarítmico

Filtros

4. Sensores básicos y sus principios (7 horas)

Mediciones de desplazamiento
Sensores resistivos
Circuitos puente
Sensores inductivos
Sensores capacitivos
Sensores piezoeléctricos
Sensores de temperatura
Sensores de radiación

5. Origen de los biopotenciales (7 horas)

Actividad eléctrica de células excitables
Campos de conducción volumétrica
Electroneurograma
Electroretinograma
Electromiograma
Electrocardiograma
Electroencefalograma
Magnetoencefalograma

6. Electrodo para biopotenciales (7 horas)

Interfaz electrodo-electrolito
Electrodos polarizables y no polarizables
Comportamiento de los electrodos y modelado eléctrico
Interfaz electrodo-piel
Arreglos de electrodos
Microelectrodos

7. Amplificadores para biopotenciales (7 horas)

Amplificador para electrocardiógrafo
Circuitos de rechazo en modo común y eliminación de interferencia
Amplificadores para otros tipos de biopotenciales
Preamplificador de biopotenciales
Otros procesadores de biopotenciales

8. Otros tipos de mediciones biológicas (7 horas)

Medición de flujo, volumen y presión sanguínea
Medición de sonidos cardíacos
Mediciones relacionadas con el sistema respiratorio
Sensores bioquímicos

9. Dispositivos terapéuticos y prótesis (4 horas)

Marcapasos cardíaco y otros estimuladores eléctricos
Defibrilador
Dispositivos para suministro automático de medicamentos
Interfaces cerebro-computadora

10. Seguridad eléctrica (3 horas)

Efectos fisiológicos de la electricidad
Parámetros de susceptibilidad eléctrica
Peligros de micro y macro choques eléctricos
Códigos y estándares de seguridad eléctrica

Formas de Evaluación:

Porcentaje de calificación: 75% exámenes y 25 % tareas.

Se evaluará con 3 exámenes escritos que consistirán en preguntas y problemas.

1er examen: Temas 2, 3 y 4

2do examen: Temas 5, 6 y 7

3er examen: Temas 8, 9 y 10

Bibliografía básica

WEBSTER, John (1998). *Medical Instrumentation: Application and Design*. Nueva York, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Biomedical Applications of Introductory Physics (2002) Tuszynski, J. A. / Dixon, J. M.

Virtual bio-instrumentation: Biomedical, Clinical and Healthcare Applications, (2001), John B. Olcnsen, Prentice Hall

Bioquímica

Responsable: Dra. Blanca Estela Galindo Barraza

Horas: 60

Descripción

Revisar los conceptos fundamentales de los mecanismos que regulan las reacciones enzimáticas que se llevan a cabo durante el proceso metabólico de los seres vivos y la generación de energía celular.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante conozca los mecanismos de síntesis y degradación de las biomoléculas y de qué manera dichos elementos participan en la generación de energía y en las señales intracelulares para mantener un adecuado funcionamiento celular.

Temario:

1. Introducción
 - 1.1 Elementos químicos de la célula
 - 1.2 Transformación de energía en la célula
 - 1.3 Biomoléculas
2. Catalizadores Biológicos
 - 2.1 Enzimas
 - 2.2 Cinética enzimática
3. Bioenergética
 - 3.1 Cadena respiratoria
 - 3.2 Reacciones oxido-reducción
 - 3.3 Regulación de la fosforilación oxidativa
4. Metabolismo de Carbohidratos
 - 4.1 Procesos anaeróbicos
 - 4.2 Glucólisis
 - 4.3 Gluconeogénesis
 - 4.4 Metabolismo de glucógeno
 - 4.5 Procesos oxidativos
5. Metabolismo de Lípidos
 - 5.1 Fuentes de ácidos grasos
 - 5.2 Oxidación de ácidos grasos
 - 5.3 Cetogénesis
6. Metabolismo de compuestos nitrogenados
 - 6.1 Síntesis y degradación de aminoácidos
 - 6.2 Metabolismo de nucleótidos
7. Mediadores biológicos
 - 7.1 Síntesis
 - 7.2 Mecanismos de acción
 - 7.3 Mecanismos reguladores

Formas de Evaluación:

Al finalizar cada tema se realizará un examen del material revisado. La calificación final será el promedio de los exámenes realizados para cada tema.

Bibliografía básica

Lehninger AL. Principles of Biochemistry, 3th ed., Worth Publishers. ,2000.

Stryer L. Biochemistry, 4Th ed., WH. Freeman and Co. New York, 1995.

Fisiología

Responsable: Dr. Daniel Paulo Sánchez Herrera

Horas: 60

Descripción:

Esta asignatura describirá los mecanismos celulares que regulan la función celular durante la integración en sistemas complejos, de los diversos órganos en el ser humano.

Aprendizajes esperados

Describir los diferentes componentes celulares que participan en la regulación de la función celular y de qué manera dichos elementos interaccionan y establecen mecanismos más complejos para determinar el funcionamiento de los órganos y sistemas del organismo humano.

Temario:

1. Células excitables

- Movimientos iónicos de las células excitables
- Bases iónicas del potencial de acción
- Transmisión sináptica
- Receptores de los neurotransmisores

2. Fisiología del Dolor

- Nociceptores
- Percepción del dolor
- Dolor referido
- Regulación central de la percepción del dolor

3. Fisiología de la visión

- Formación de imágenes en la retina
- Foto transducción
- Representación retinoóptica del campo visual

5. Movimientos musculares

- Circuitos espinales involucrados en el control motor
- Control supraespinal del movimiento
- Mecanismos celulares de la modulación motora

6. Sistema Cardiovascular

- Propiedades funcionales de los tejidos cardiacos
- El corazón como bomba
- Hemodinámica y circulación periférica
- Mecanismos autónomos y periféricos de la función cardíaca

7. Sistema respiratorio

- Mecánica respiratoria
- Volúmenes y capacidades respiratorias
- Intercambio gaseosos alveolar/celular
- Transporte de oxígeno

8. Fisiología renal

- Filtración glomerular
- Reabsorción y secreción tubular
- Sistema de contracorriente
- Equilibrio ácido-base renal

9. Sistema Endocrino

- Receptores hormonales
- Eje hipotálamo hipófisis
- Sistema de retroalimentación hormonal
- Efectos biológicos hormonales

Formas de Evaluación:

Al finalizar cada tema se realizará un examen del material revisado. La calificación final será el promedio de los exámenes realizados para cada tema y será considerada la participación en el curso.

Bibliografía básica

- Guyton Arthur y Hall J, "Tratado de Fisiología Médica", (9ª ed.), Interamericana, México 1996.

Biología Matemática

Responsable: Dr. Moisés Santillán Zerón

Horas: 60

Descripción

El curso de Biología Matemática presenta al alumno con aplicaciones prácticas de un área actual de rápido crecimiento. El curso se enfoca principalmente en situaciones donde los modelos continuos son los apropiados, y pueden ser modeladas por medio de ecuaciones diferenciales determinísticas, ordinarias o parciales. Usando ejemplos particulares de modelado en Ecología, Química, Biología, Fisiología y Epidemiología, el curso demuestra cómo varias técnicas de las matemáticas aplicadas y la dinámica no lineal (tales como: estabilidad lineal, planos de fase, perturbaciones singulares y ondas viajeras) pueden proporcionar información importante sobre el comportamiento de modelos biológicos complejos. Finalmente se procura que el estudiante desarrolle una habilidad razonable con las herramientas matemáticas más comúnmente utilizadas en esta disciplina.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante:

- Tenga las nociones básicas de la biología matemática.
- Domine las técnicas básicas de la dinámica no lineal y algunas de las matemáticas aplicada.
- Maneje eficientemente los métodos numéricos básicos para la solución de ecuaciones algebraicas y diferenciales, graficación, etc.
- Sea capaz de desarrollar y analizar modelos matemáticos de sistemas biológicos simples.

Temario

1. Modelos de población continuos y discretos para una sola especie, incluyendo el modelo de Ludwig de 1978 para la epidemia de insectos *spruce budworm*, así como modelos de recolección de cosechas y estrategias para una pesca sostenible.
2. Modelación de especies interactuantes, incluyendo el modelo de Lotka-Volterra de la interacción predador-presa (con aplicaciones a la interacción liebre-lince), y el modelo de Okubo de 1989 para la competencia entre ardillas rojas y grises.
3. Modelo de Michaelis-Menten para la cinética enzimática.
4. Reacción de Beluzov-Zhabotinskii. Fenómenos de umbral, sistemas excitables, propagación de ondas.
5. Formación de patrones biológicos. Modelo de Turing para las manchas en la piel de mamíferos. Modelo de quimotaxis para los patrones en la piel de reptiles.
6. Modelos simples para la propagación de enfermedades. Ondas viajeras en un modelo para epidemias de rabia.

Formas de Evaluación

Al finalizar cada tema se hará una evaluación parcial que podrá incluir problemas teóricos, cuestionarios de opción múltiple, y ejercicios para desarrollar en la computadora. Al finalizar el curso se hará una evaluación general que consistirá de preguntas y problemas.

Bibliografía básica

J. D. Murray, *Mathematical Biology, 3rd edition*. Springer-Verlag, Volume I: *An Introduction* (2002) & Volume II: *Spatial Models and Biomedical Applications* (2003).

J. Keener and J. Sneyd, *Mathematical Physiology*. Springer-Verlag, Berlin (1998).

H. Meinhardt, *The Algorithmic Beauty of Sea Shells, 2nd enlarged edition*. Springer-Verlag, Berlin, (2000).

Física de Radiaciones y Dosimetría

Responsable: Dra. Hilda J. Mercado Uribe

Horas: 60

Descripción:

El curso de Física de Radiaciones y Dosimetría es un curso que se recomienda sea tomado por todo estudiante de la especialidad, tanto como para un futuro desempeño en la práctica clínica (ya que aprenderá y aplicará las herramientas básicas para hacer cálculos de planeación de tratamientos en áreas de radiología y se le proveerá de los conocimientos fundamentales sobre de protección radiológica); como para continuar estudios de doctorado con el fin de dedicarse a la investigación.

El curso consta de sesiones teóricas y prácticas, además de complementarse con ejercicios para reforzar la teoría.

Aprendizajes esperados

Al concluir el curso de Física de Radiaciones y Dosimetría esta asignatura, se pretende que el estudiante:

- Comprenda los conceptos físicos de la interacción de la radiación con la materia, del decaimiento radiactivo, de los conceptos formales de la dosimetría de la radiación y de los modos de detección de la radiación y sus efectos biológicos.
- Maneje los conceptos básicos en materia de Protección Radiológica.

Temario

Conceptos Básicos de Física Nuclear

- Notación y definiciones básicas
- Principales modelos atómicos
- Tabla periódica de elementos
- Espectro electromagnético

Radiación ionizante: Cantidades para describir su interacción con la materia

- Concepto y unidades de radiación
- Tipos y fuentes de radiación
- Conceptos de kerma, tasa de kerma, dosis absorbida, tasa de dosis absorbida y exposición

Atenuación exponencial

- Atenuación exponencial simple y plural
- Atenuación de haz angosto
- Atenuación de haz ancho
- Factor "buildup"
- Teorema de reciprocidad

Equilibrio de radiación y de partícula cargada

- Equilibrio de radiación
- Equilibrio CPE
- Ejemplos

Decaimiento radiactivo

- Principales conceptos y unidades de medición
- Decaimiento alfa

- Decaimiento beta positivo
- Decaimiento beta negativo
- Emisión gamma
- Conversión interna
- Tabla de radionúclidos

Interacción de la radiación electromagnética con la materia

- Efecto Compton: Cinemática y sección transversal de transferencia de energía
- Efecto Fotoeléctrico: Cinemática y sección transversal de transferencia de energía
- Producción de pares: Cinemática y sección transversal de transferencia de energía
- Dispersión Rayleigh (coherente)
- Interacciones fotonucleares
- Coeficientes totales de atenuación, de transferencia de energía y de absorción de energía
- Tablas de coeficientes de interacción de fotones

Interacción de partículas cargadas con la materia

- Descripción de colisiones de partículas cargadas con la materia
- Poder de frenado: Término de colisión suave y colisión fuerte para partículas pesadas, corrección por capas, poder de frenado másico para electrones y positrones, corrección de polarización, poder de frenado de radiación másico, campo de radiación, poder de frenado en compuestos.
- Concepto de alcance, alcance CSDA y alcance proyectado
- Cálculo de dosis absorbida promedio en medios muy delgados, intermedios y gruesos

Producción y calidad de rayos-X

- Producción de rayos-X y espectro de energía
- Filtración de rayos-X y calidad del haz

Dosimetría de la radiación

- Conceptos y unidades fundamentales
- Teoría de cavidades

Métodos de detección de la radiación

- Cámaras de ionización
- Detectores de centelleo
- Detectores de estado sólido: Dosímetros TL
- Películas fotográficas
- PTR's
- Dosimetría con Fricke

Magnitudes radiológicas y efectos biológicos

- Dosis equivalente
- Efectos estocásticos y deterministas de la radiación
- Efectos biológicos de la radiación en los seres vivos
- Dosis promedio de radiación recibida

Protección radiológica

- Objetivo de la protección radiológica
- Sistema de limitación de dosis
- Concepto de ALARA
- Factores para disminuir la exposición a la radiación
- Reglamentación en Protección Radiológica

Formas de Evaluación:

Cuantitativa. 3 exámenes parciales más tareas, practicas de laboratorio a una razón de 70% y 30% de la calificación total respectivamente.

Bibliografía básica

1. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry Frank Herbert Attix Ed. Wiley-Interscience (1986)
2. Atoms, radiation, and radiation protection, 2nd Edition by James E. Turner Ed. Wiley-Interscience; 2nd edition (1995)
3. The Physics of radiation therapy, F.M. Khan, Ed. Lippincott Williams & Williams (2003)
4. Radiation detection and measurement G.F. Knoll, John Wiley & Sons, Inc. (2000)
5. Tables of energy losses and ranges of electrons and positrons, M.U. Berger and S.M. Seltzer NASA, Washington, D.C. 1964.
6. Handbook of stopping cross- sections for energetic ions in all elements, J.F. Ziegler, Vol.5, Ed. Press (1980).
7. An induction to error analysis: the study of incertainties in physical measurements, J.R. Taylor, University Science Books, U.S.A. (1997).

Radiología de Diagnóstico

Responsable: Dr. Héctor Mauricio Garnica

Horas: 60

Descripción:

Este curso es considerado formativo de la especialidad de Física Médica, por ofrecer las bases de la aplicación de los conceptos físicos para la obtención de información útil para el médico radiólogo. El curso incluye una revisión de los fundamentos de fenómenos como Ultrasonido, Rayos X y Resonancia Magnética Nuclear, y su aplicación médica. Además de los aspectos prácticos básicos de la implementación de las técnicas más comunes en radiología. Así mismo se revisa la física de los sensores para adquisición de imágenes, así como la calidad de las mismas y de la información que de ellas se obtiene. Se abordan los aspectos básicos de protección radiológica y se incluye una breve introducción al procesamiento digital de imágenes.

Objetivo y motivación del curso

El estudiante deberá ser capaz de:

- Entender los fundamentos físicos de las técnicas más comunes de adquisición de imágenes radiológicas.
- Conocer los principios de funcionamiento de los sensores utilizados para adquisición de imágenes.
- Comprender las técnicas básicas de procesamiento digital de imágenes.

Temario:

1. Introducción: Establecimiento del marco de trabajo de la física de la radiología de diagnóstico. Radiobiología y los riesgos de radiación, sensibilidad a la radiación de los materiales biológicos, recuperación celular y efectos del nivel de dosis.

2. Fundamentos de la física de radiaciones y radioactividad: El átomo y el núcleo, niveles de energía: atómicas y nuclear, procesos radioactivos, vida media de isótopos radioactivos.

3. Rayos X: Fuentes de rayos X y aspectos técnicos de su funcionamiento: el espectro de los rayos X: espectro continuo y líneas características, distribución angular de los rayos X; tubos de rayos X: cátodo y ánodo, diseño y material del ánodo, circuito eléctrico, características de seguridad; *rating* del tubo de rayos X: evaluaciones térmica y eléctrica; tiempo de vida de un tubo de rayos X. calidad de los rayos X: calidad del haz, filtros, capa de valor medio HVL, energía equivalente de fotón, distribuciones espectrales, conversión de exposición a dosis absorbida.

4. Máquinas de alta energía: Haces de alta energía, aceleradores lineares, máquinas de isótopos, unidades de ^{60}Co , Ciclotrón, partículas de uso en radioterapia.

5. Interacción de la radiación ionizante con la materia: absorción de energía; coeficiente lineal de atenuación, atenuación exponencial, atenuación de masa, electrónica y atómica; procesos de interacción: efecto fotoeléctrico, dispersión elástica, efecto Compton, producción de pares, secciones eficaces. Bordes de absorción. Atenuación para haces anchos y angostos, coeficientes de atenuación total, transferencia y absorción total; filtración y reforzamiento del haz.

6. Efectos y medidas de radiación: Cantidades descriptivas del haz de radiación, transferencia de energía, dosis absorbida, exposición, cámaras de ionización y su calibración, factores de peso, dosis equivalente. Efectos de la radiación en humanos: efectos estocásticos y deterministas, riesgos por examen radiológico.

7. Aspectos prácticos de la protección radiológica: Protección al paciente, al personal y al público, medicina nuclear, reglamentación.

8. Sensores: Ideas básicas de la estructura de bandas en sólidos. Fluorescencia, fosforescencia, y termoluminiscencia. Fósforos y pantallas fluorescentes, película radiológica, casetes y la combinación película y pantalla fluorescente. Rejillas. Tamaño focal. MTF y resolución espacial de las películas radiológicas y de los sistemas digitales. Fósforos usados en intensificadores de imagen. Rango dinámico, Detective Quantum Efficiency (DQE). Radiación ionizante y sensores semiconductores: daño por radiación y corriente oscura.

9. La imagen radiológica: La imagen primaria, contraste y artefactos, el efecto de la superposición de tejidos, dispersión y contraste, técnicas de reducción de dispersión, resolución, geometrías fuente-paciente-sensor, factores de importancia en la calidad de la imagen radiológica: kV y mA, exposición, tamaño focal, calidad de superficie del ánodo, tamaño del haz, uso de rejillas, geometría, calidad de película y de revelado.

10. Radiación y exposición de los pacientes: Estándar de radiación y la ionización en aire, el contador Geiger-Müller, relación entre exposición y dosis absorbida, monitoreo práctico de radiación, tubos fotomultiplicadores, detectores semiconductores, película fotográfica, sensibilidad del detector y energía del fotón, métodos de reducción de dosis al paciente en radiodiagnóstico.

11. Diagnóstico usando materiales radioactivos: La cámara gamma, variaciones de la cámara estándar, factores que afectan la calidad de las imágenes de radionúclidos, estándares de calidad .

12. Técnicas especiales para radiografías: Radiografía de alto voltaje, macroradiografía, radiografía digital en detalles prácticos (métodos de formación de imágenes, requerimientos de resolución espacial, dosis a los pacientes), técnicas de substracción (Digital subtraction angiography, dual energy subtraction), mamografía (diseño del tubo, optimización de kV, materiales para ánodo: Mo vs W, combinación de pantalla fluorescente y película radiológica, dosis a los pacientes, contraste, control de calidad).

13. Tomografía: Tomografía longitudinal, Tomografía axial computarizada, *Single emission computed tomography* (SPECT), tomografía por emisión de positrones.

14. Ultrasonido: Ondas de ultrasonido y sus propiedades, propagación de ultrasonido en tejido, el transductor, efecto Doppler, técnicas espectrales de efecto Doppler, imágenes Doppler, agentes de contraste, efectos biológicos del ultrasonido.

15. Resonancia Magnética: espín, momento magnético, radio giromagnético, efectos del blindaje nuclear, Resonancia, excitación, pulso de radiofrecuencia, ecuación de Larmor, recepción de la señal de resonancia magnética, procesos de relajación, *spin echo*, gradientes de campo magnético, *gradient echo*; secuencias de imágenes: *spin echo*, *gradient echo*; secuencias de compuertas, agentes de contraste: paramagnéticos y superparamagnéticos; consideraciones técnicas: riesgos del uso de MRI; técnicas especiales: angiografía.

16. Calidad de imagen: Distribución de Poisson y conteo de fotones, detectores y ruido cuántico, radiografía digital, evaluación de la calidad de imagen, curvas ROC (Receiver-Operator-Characteristic).

17. Fundamentos de procesamiento digital de imágenes. Archivos de imágenes, selección de regiones de interés, magnificación, contraste, brillo, histogramas de imágenes, manipulación de histograma, perfiles y SNR (*Signal to Noise Ratio*), substracción y normalización.

Formas de Evaluación:

Cuantitativa: 3 exámenes parciales y tareas a razón de 80% y 20% de la calificación total, respectivamente.

Bibliografía básica

1. Physics for Diagnostic Radiology (Medical Science Series) P.P. Dendy Ed. Taylor & Francis; 2a. Ed. (1999).

2. The Physics of Medical Imaging (Medical Science Ser) S. Webb, Ed. Taylor & Francis; 1ª. Ed. (1988).

3. Physics of Radiology Harold Elford Johns, John Robert Cunningham Ed. Charles C. Thomas, Publisher Ltd; 4a. Ed. (1983).

4. Radiation Protection in Medical Radiography Mary Alice Statkiewicz Sherer, Paul J. Visconti, Russell E. Ritenour, Ed. C.V. Mosby; 4a. Ed. (2002).

5. Introduction to Health Physics Herman Cember Ed. McGraw-Hill Medical; 3a Ed. (1996).

6. Foundations of Image Science Harrison H. Barrett, Kyle Myers Ed. Wiley-Interscience; 1ª. Ed. (2003).

7. Essentials of Radiation Biology and Protection Steven Forshier Ed. Thomson Delmar Learning; 1ª. Ed. (2001).

Ciencia de Imágenes

Responsable: Dr. Jesús Manuel Santana Solano

Horas: 60

Descripción

En esta materia se estudian los modelos, métodos y técnicas más utilizadas para el procesamiento de imágenes digitales utilizando herramientas computacionales, enfatizando su aplicación al procesamiento y utilización de imágenes médicas o de apoyo para estudiar sistemas biológicos ya sea a nivel macro o microscópicos.

Objetivo del curso

El estudiante deberá ser capaz de:

- Manejar las herramientas matemáticas necesarias para la descripción y procesamiento digital de imágenes.
- Dominar las técnicas computacionales más comunes para el procesamiento digital de imágenes médicas.

Temario:

1. Análisis de Fourier. Exponenciales complejas, Series de Fourier, Coeficientes de Fourier, Transformada de Fourier unidimensional y multidimensional, Teoría de muestreo, Transformada discreta de Fourier.

2. Transformadas Integrales. Transformadas Integrales Clásicas, Integrales y Transformada de Fresnel, Transformada de Radon 2D, Teorema de la capa central, Proyección inversa.

3. Descripción de objetos e imágenes. Matrices de covarianza y correlación; Procesos aleatorios: Análisis de correlación y espectral, filtrado lineal de procesos aleatorios.

4. Descripción determinista de los sistemas de adquisición de imágenes.

Objetos e imágenes como funciones, sistemas lineales de mapeo continuo a continuo, sistemas lineales de mapeo continuo a discreto: la transformada de Fourier. Sistemas no lineales.

5. Ruido: Distribución de Poisson y conteo de fotones, detectores y ruido cuántico, calidad de imágenes.

6. Instrumentación para la adquisición de imágenes: Cámaras CCD, Resolución, Formación de Imágenes, Conceptos de Imágenes Digitales.

7. Técnicas de programación basadas en C además de algún software especializado (IDL, Matlab): El ambiente de trabajo, técnicas de programación, uso del editor, fundamentos de imágenes digitales: lectura, escritura y visualización de imágenes, tipos de archivos de imágenes, arreglos y matrices, introducción a la programación del tipo M-función (matlab).

8. Procesamiento: Técnicas de filtros espaciales, procesamiento de imágenes en el espacio de frecuencias, filtros en el espacio de frecuencias, filtro de Wiener, deconvolución, transformaciones geométricas, la transformada *fast wavelet*.

Formas de Evaluación:

El primer módulo de los fundamentos básicos se evaluará con exámenes escritos y el segundo se evaluará con proyectos sobre el manejo y procesamiento de imágenes de interés médico.

Bibliografía básica

“Digital Image Processing” Rafael C. Gonzales, Richard E. Woods Ed. Prentice Hall; 2a. Edición (2002).

“Foundations of Image Science” Harrison H. Bartlett, Kyle Myers Ed. Wiley-Interscience; 1a Edición (2003).

“Digital Image Processing Using MATLAB” Rafael C. Gonzales, Richard E. Woods, Steven L. Eddins, Ed. Prentice Hall; 1a Edición (2003).

“The Image Processing Handbook” John C. Russ, Ed. CRS; 4a Edición (2002).

Análisis de Señales Biológicas

Responsable: Dr. David Gutiérrez Ruiz

Horas: 60

Descripción:

En esta materia se estudian los modelos, métodos y técnicas más utilizadas en el análisis de señales de origen biológico. Esto incluye el estudio de métodos de procesamiento utilizados en matemáticas, física e ingeniería aplicada a señales biomédicas.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante desarrolle habilidades que le permitan:

- Aplicar sus conocimientos de matemáticas, física ciencias e ingeniería.
- Identificar formulas y resolver problemas.
- Comunicarse efectivamente, todo esto en el contexto del análisis de señales de origen biológico.

Temario

1. Introducción (12 h)

Repaso de procesamiento de señales discretas.
Repaso de álgebra lineal.
Introducción a las variables y procesos aleatorios.

2. Conceptos básicos del análisis de señales biológicas (4 h)

Origen de las señales biológicas.
Problemas básicos en el análisis de señales: Modelo, Filtrado, Estimación, Detección

3. Modelado de señales (12 h)

Modelo lineal clásico (señales determinísticas en presencia de ruido)
Método de mínimos cuadrados
Modelo auto-regresivo (AR)
Otros modelos para tipos especiales de procesos aleatorios
Caso de estudio: modelado AR de señales biológicas

4. Métodos de filtrado (12 h)

Filtros digitales
Filtros Wiener
Filtros adaptativos
Caso de estudio: cancelación de ruido y artefactos en señales biológicas.

5. Métodos de estimación (12h)

Estimación del espectro utilizando modelos auto-regresivos
Método de varianza mínima
Estimación de parámetros determinísticos en señales biológicas: Método de la máxima verosimilitud
Caso de estudio: estimación de parámetros en señales biológicas

6. Métodos de detección (8h)

Discriminantes lineales
Discriminantes no lineales

Métodos adicionales para detección de eventos biológicos
Caso de estudio: detección en señales biológicas

7. Otros métodos de análisis (3h)

Análisis de componentes principales
Métricas cros-espectrales

Formas de Evaluación:

Se evaluará con 4 proyectos que estarán relacionados con los casos de estudios de los capítulos 3, 4, 5, y d. La calificación en cada proyecto corresponderá a un 25% de la calificación final.

Bibliografía básica:

HAYES; Monson (1996). Statistical Digital Signal Processing and Modeling. Nueva York, EUA: Wiley & Sons.

BIOFLUIDOS

Responsable: Dr. Gabriel Arturo Caballero Robledo

Horas: 60

Descripción:

Esta asignatura comprende el estudio de fluidos biológicos usando principios físicos, con el propósito de entender su comportamiento bajo las diferentes fuerzas y distintas condiciones de confinamiento. La importancia radica en el hecho de que la mecánica de fluidos y los fenómenos de transporte juegan un papel crítico en muchos procesos biológicos.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante haya adquirido el conocimiento para que:

- Identifique y aplique las diferentes formulaciones de la mecánica de fluidos para entender fenómenos biológicos.
- Identifique el papel que tiene el estudio de fluidos biológicos en aplicaciones médicas.

Temario:

1. Principios físicos de la circulación

Leyes de conservación

Fuerzas que impulsan o dificultan el flujo sanguíneo

Leyes de Newton aplicadas a un fluido

Importancia de la turbulencia

Presión y flujo en vasos sanguíneos- Ecuación generalizada de Bernoulli

Reología de la sangre

Mecánica de la circulación

2. Fenómeno de superficie

Fórmula de Laplace

Ondas capilares

Efecto de capas adsorbidas en el movimiento de un líquido

3. Flujo sanguíneo en arterias

Flujo laminar en un canal o tubo

Aplicaciones de la fórmula de Poiseuille: Diseño óptimo de la bifurcación de vasos sanguíneos

Flujo laminar estacionario en un tubo elástico

Número de Reynolds y Womersley

Flujo turbulento en un tubo

Turbulencia en un flujo sanguíneo pulsátil

Efecto de la viscosidad del fluido y la viscoelasticidad de la pared

4. Microcirculación

Distribución de la presión en un microvaso

Distribución de la velocidad en microvasos

Flujo a números de Reynolds pequeños

Aproximación de Oseen

Interacción entre partículas y las paredes

Control local de flujo sanguíneo

5. Termodinámica y las ecuaciones de transporte

Las leyes de la termodinámica

Ecuaciones de Gibas y Gibas-Duhem

Potencial químico

Entropía en un sistema con calor y transferencia de masa

Difusión, filtración y movimiento de fluidos en el espacio intersticial desde el punto de vista de la termodinámica

Difusión desde el punto de vista molecular

Transporte a través de membranas celulares

6. Esfuerzo, deformación, y estabilidad de órganos

Esfuerzo, deformación, velocidad de deformación

Ecuaciones constitutivas

Viscoelasticidad

Esfuerzos y deformación en vasos sanguíneos

Esfuerzos y deformación en el corazón

Formas de Evaluación:

Se realizarán exámenes parciales durante el semestre donde se evaluará la habilidad para resolver diferentes problemas básicos Así como también la comprensión de los conceptos o principios abordados. La calificación final será el promedio de las calificaciones parciales.

Bibliografía básica

Fung, Y.C., Biomechanics: Motion, Force, Stress, and Growth, 1st edition, Springer, 1990.

Fung, Y.Y., Biomechanics: Mechanical properties of Living Tissues, 2nd edition, Springer, 1993.

Fung, Y.C., Biomechanics: Circulation, 2nd edition, Springer, 1996.

Landau, L.D. and Lifshits, E.M., Fluid Mechanics, 2nd edition, Butterworth-Heinemann, 1987.

Farmacología

Responsable: Dr. Bruno Alfonso Escalante Acosta

Horas: 60

Descripción:

Durante esta asignatura se revisarán los mecanismos de acción a nivel celular de los fármacos más utilizados en la medicina con el objetivo de entender la forma en que dichas moléculas modifican la presencia de signos y síntomas presentes en la patología.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante: conozca los mecanismos de acción de los diferentes fármacos estudiados y de qué manera dicho efecto se refleja en la interrupción de las manifestaciones de la enfermedad.

Temario:

1. Principios generales de farmacología
 - 1.1 Introducción
 - 1.2 Farmacocinética
 - 1.3 Farmacodinámica
 - 1.4 Principios de la terapéutica
 - 1.5 Principios toxicológicos
 - 1.6 Terapia Génica

2. Neurotransmisores
 - 2.1 Muscarínicos
 - 2.3 Anticolinesterásicos
 - 2.4 Bloqueadores ganglionares
 - 2.5 Catecolaminas

3. Sistema Nervioso Central
 - 3.1 Anestésicos
 - 3.2 Hipnóticos y sedantes
 - 3.3 Ansiolíticos
 - 3.4 Antidepresivos
 - 3.5 Antiepilépticos

4. Sistema Cardiovascular
 - 4.1 Diuréticos
 - 4.2 Antianginosos
 - 4.3 Antihipertensivos
 - 4.4 Digitálicos
 - 4.5 Antiarrítmicos
 - 4.6 Hipolipemiantes
 - 4.7 Anticoagulantes

5. Antiinflamatorios
 - 5.1 Analgésicos
 - 5.2 Antihistamínicos

6. Quimioterapia

6.1 Antiparasitarios

6.2 Antimicrobianos

7. Cáncer

7.1 Introducción

7.2 Antineoplásicos

Formas de Evaluación:

Al finalizar cada tema se realizará un examen del material revisado. La calificación final será el promedio de los exámenes realizados para cada tema.

Bibliografía básica

- Goodman and Gilman's "The pharmacological basis of therapeutics", Ed. Laurence L. Brunton, New York, McGraw-Hill, 2005.

Fisiopatología

Responsable: Dr. Arturo Chávez Reyes

Horas: 60

Descripción:

Esta asignatura describirá los mecanismos celulares que se alteran durante el desarrollo de la patología para integrar dichas alteraciones con las manifestaciones clínicas de la enfermedad.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el estudiante desarrolle habilidades que le permitan: Aplicar los conocimientos de fisiología para entender los mecanismos celulares que se manifiestan en el desarrollo de una patología, y como estas alteraciones son las responsables de los signos o síntomas que se presentan en cada enfermedad.

Temario:

1. Sistema Cardiovascular
 - Hipertensión arterial
 - Insuficiencia cardiaca

2. Enfermedades Metabólicas
 - Diabetes
 - Arteroesclerosis

3. Sistema Nervioso
 - Enfermedad de Huntington
 - Enfermedad de Parkinson
 - Epilepsia

4. Cáncer
 - Cáncer mamario
 - Cervicouterino

5. Sistema Genitourinario
 - Insuficiencia renal
 - Hipertrofia prostática

Formas de Evaluación:

Al finalizar cada tema se realizará un examen del material revisado. La calificación final será el promedio de los exámenes realizados para cada tema.

Bibliografía básica

- Robbins Stanley, "Pathologic basis of disease", Philadelphia WB Sanders, 1979.

- Harrison Tinsley, "Harrison's, principles of internal medicine", 10th ed., New York, McGraw-Hill, 1983.

Biología de Sistemas y Computación

Responsable: Dr. Jesús Guadalupe Rodríguez González

Horas: 60

Descripción:

Conocer el genoma completo de una especie determinada es sólo una de las primeras piezas del rompecabezas biológico. Para develar totalmente el funcionamiento sistemático de un organismo, un órgano, o aun una simple célula, necesitamos entender la dinámica de la regulación genética subyacente. Dada la complejidad del sistema completo, el entender el funcionamiento de un organismo es una meta inalcanzable por el momento. Sin embargo, podemos analizar los sistemas genéticos más sencillos, y así desarrollar las técnicas matemáticas necesarias para estudiar sistemas cada vez más complejos.

Aprendizajes esperados

El objetivo del curso *Biología de Sistemas y Computación* es familiarizar a los alumnos con algunas de las técnicas más usadas en la modelación de circuitos genéticos. Estos modelos y técnicas pueden brindarnos información valiosa acerca de la dinámica de la regulación genética, a pesar de su relativa simpleza. En el presente curso se prestará especial atención a la robustez dinámica como propiedad compleja emergente.

Aprendizajes esperados

Al concluir esta asignatura, se pretende que el alumno:

- Entienda los conceptos básicos de la biología molecular así como de los diferentes mecanismos de regulación genética en células procariotas y eucariotas.
- Sea capaz de entender y desarrollar modelos matemáticos de circuitos de regulación genética sencillos.
- Domine las técnicas analíticas y numéricas para analizar los modelos anteriores.

Temario:

1. Revisión de los conceptos fundamentales de la biología molecular. DNA, RNA, dogma fundamental, regulación de la expresión genética en procariotes y eucariotes.
2. Introducción a la cinética química. Velocidad de reacción, cinética química de primer orden, equilibrio químico, hipótesis de estado *cuasiestacionario*, cinética enzimática.
3. Análisis de estabilidad local y teoría de bifurcaciones. Sistemas dinámicos, estado estacionario, análisis de estabilidad local, bifurcación tipo punto de silla, bifurcación *trans*-crítica, bifurcación tipo tridente, biestabilidad.
4. Modelación determinista de circuitos genéticos simples. Operón triptófano, operón lactosa, *switch* del fago lambda.
5. Modelación estocástica de circuitos genéticos simples. Ecuación maestra, algoritmo de Gillespie, ecuación de Langevin, estabilidad y ruido (blanco y rosa).

Formas de Evaluación:

Al finalizar cada tema se hará una evaluación parcial que podrá incluir problemas teóricos, cuestionarios de opción múltiple, y ejercicios para desarrollar en la computadora. Al finalizar el curso se hará una evaluación general que consistirá de preguntas y problemas.

Bibliografía básica

1. G. B. Jonson and P. H. Raven, *Biology, 7th edition*, McGraw Hill, Boston (2002).
2. P. L. Houston, *Chemical kinetics and reaction dynamics*, McGraw Hill, Boston (2001).
3. S. H. Strogatz, *Nonlinear dynamics and chaos*, Addison Wesley, New Cork, (1994).
4. Más numerosos artículos de revisión e investigación