



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE TULANCINGO

Doctorado en Optomecatrónica

Asignatura: Óptica Biomédica

OBJETIVO GENERAL:

El estudiante tendrá una panorámica amplia de la estructura y composición de los tejidos biológicos humanos y de los modelos matemáticos que se emplean actualmente para la explicación de la distribución de la radiación óptica y la determinación de las propiedades ópticas de los mismos, incluyendo ejemplos concretos de aplicaciones en el ambiente clínico. Particularmente, se presenta con detalle la estructura y propiedades de la piel humana por ser este un órgano de fácil acceso para su estudio mediante métodos ópticos. Por otra parte se presenta la teoría de la transferencia radiativa como un marco teórico apropiado para estudiar la interacción luz-tejido, centrándonos principalmente en el uso del método de Monte Carlo, la teoría de la difusión y la teoría de Kubelka-Munk para simular la interacción de la luz con los tejidos en determinadas condiciones.

CONTENIDO:

➤ **Constituyentes principales del tejido biológico.**

En este capítulo se presentan los componentes principales del tejido biológico, destacando su composición y dimensiones relativas a la longitud de onda del espectro electromagnético de interés.

Componentes principales de los tejidos

Estructura celular

Células rojas y Hemoglobina

Agua

Grasa

Fibras de colágeno

Estructura y composición de la piel

La piel

Estructura de la piel

Células principales

Corneocitos

Melanocitos

Sistema vascular

Permeabilidad

Pigmentos

Melanina
Bilirrubina
Beta carotenos

➤ **Interacción de la radiación óptica el tejido biológico**

En este capítulo se discuten los dos procesos físicos básicos que intervienen en la interacción de la radiación óptica con el tejido biológico: la absorción y el esparcimiento. Además se incluye el proceso de reflexión en la interface aire-tejido.

Origen de la absorción y el esparcimiento en el tejido biológico

Absorción

Coeficiente de extinción molar de la hemoglobina

Coeficiente de extinción molar de la bilirrubina

Esparcimiento

Función de fase

Función de fase de Henyey-Greestain

Esparcimiento típico de las fibras de colágeno

Simulación del esparcimiento en programas comerciales

➤ **Modelos Matemáticos**

En este capítulo se presentan los modelos matemáticos de la interacción luz-tejido biológico incluyendo tanto el uso de la teoría electromagnética como de la teoría de la transferencia radiativa o del transporte.

Teoría electromagnética.

Ecuaciones de Maxwell (E.M) en la Materia

Aplicación de las E.M al tejido biológico.

Teoría de Mie

Planteamiento físico-matemático del problema

Método de solución

Solución analítica

Teoría de Rayleigh

Solución analítica

El método de las diferencias finitas

Teoría de la transferencia radiativa (TTR)

Hipótesis de la TTR

Obtención de la ecuación de transferencia radiactiva (ETR)
Complejidad matemática e interpretación física los términos de la ETR
Solución de la ETR por métodos deterministas
La aproximación de la difusión (AD)
Hipótesis de la AD
Obtención de la ecuación de la difusión (ED)
Complejidad matemática de la ED
Solución de la ED para el caso de una fuente puntual isotrópica en un medio infinito homogéneo
El método de Kubelka- Munk
Solución de la ETR por métodos estocásticos
El método de Monte Carlo
Variables de propagación del fotón (VPF)
Longitud del paso del fotón (s)
Angulo de esparcimiento (θ , ψ)
Reflexión en las interfases
Muestreo de las VPF mediante funciones de densidad de probabilidad (FDP)
FDP para determinar s
FDP para determinar θ , ψ
El código Monte Carlo MCML
Archivo de entrada (extensión .mci)
Archivo de salida (extensión .mco)

➤ **Técnicas de medición de los parámetros ópticos**

En este capítulo se describen los métodos más relevantes para la medición de los parámetros ópticos de los tejidos biológicos. Importancia especial se le dedica al sistema de dos esferas integradoras y a la video-Reflectometría.

Método de dos esferas integradoras
Reflexión difusa resuelta espacialmente
Método de video Reflectometría (incidencia normal y oblicua)
Arreglo de fibras ópticas

➤ **Modelos de tejidos humanos**

Clasificación de los modelos de tejidos humanos.
Modelo líquido. Intralipid 10%
Descripción física del intralipid 10%
Propiedades ópticas

Temas de exposición para modelo líquido de tejidos. *Intralipid 10%*

Aplicación de la Teoría de Mie a modelos líquidos

Medición de los parámetros ópticos al intralipid 10%

Modelo sólido

Descripción física

Propiedades ópticas

Modelo gel

Descripción física

Propiedades ópticas

➤ **Aplicaciones**

En este capítulo se ejemplifica como los principios básicos de la óptica de los tejidos biológicos (OTB) se aplican a la solución práctica de problemas clínicos que actualmente se resuelven empleando la luz y las técnicas ópticas modernas.

Terapéuticas

La terapia foto dinámica

La terapia de las manchas de vino

Diagnósticas

Espectroscopia de reflexión difusa (práctica)

Video reflectometría (práctica)

Espectroscopia Raman (práctica)

La tomografía óptica coherente

Colposcopia

METODOLOGÍA:

Exposición de los temas por parte del profesor.

Análisis de casos prácticos.

Comparación de solución de modelos matemáticos y simulaciones en computadora.

Desarrollo de sistemas ópticos en el laboratorio.

Los estudiantes desarrollarán investigaciones fuera de clase y prepararán exposiciones para ampliar las perspectivas de cada uno de los temas.

EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS Y ACREDITACIÓN:

Para acreditar la asignatura deberá tener una calificación mínima de 8. Se realizará una evaluación integral basada en los siguientes aspectos: a) dominio del contenido del curso; b)

participación en las sesiones teórico-prácticas; c) capacidad para la solución de problemas incluyendo programas por computadora.

BIBLIOGRAFÍA:

[1] V. Tuchin, “*Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis*”, publicado por SPIE, Washington, 2000.

[2] A. Ishimaru, “*Wave Propagation and Scattering in Random Media*”. Vol 1 New York, Academic press. 1978.

[3] H.C van de Hulst, “*Light Scattering by Small Particles*” Publicado por Dover Publications, Inc, New York.1957.

[4] V.V. Tuchin. “*Handbook of Optical Biomedical Diagnostics*” (2002)

[5] C.F. Bohren and D.R. Huffman “*Absorption and Scattering of Light by Small Particles*” Wiley, New York (1983)

[6] Chandrasekhar, “*Transfer theory*”

[7] Born and E.Wolf “*Principles of optics*”

SOFTWARE RECOMENDADO:

Monte Carlo Multicapas