

Biomecánica II. 1r trimestre, curso 2012-2013

Responsable: Ludovic Humbert, DTIC, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona
e-mail: ludovic.humbert@upf.edu

Bloque 1. Mecánica de Fluidos

Ali Pashaei, DTIC, UPF, e-mail: alip.pashaei@gmail.com (clases en inglés)

Teoría (7 hrs)

1. Basic concepts in biofluid mechanics (2h)
2. Bernoulli and Navier-Stokes equations (2h)
3. Biological aspects of blood flow (2h)
4. Similarity law, flow imaging modalities and circulatory system (1h)

Seminario (3 hrs)

- blood viscometry
- flow and pressure measurement
- blood dialysis
- pressure-volume diagram

Práctica (2 hrs)

Título: computer model of pulsatile blood flow in large arteries and heart

Descripción: In this practice a matlab code will be presented in which the pulsatile flow in large artery have been solved with womersley solution. It will be asked to change different parameters of the program. In the same time the same region will be solved with FEM software (ANSYS). An FSI model will be presented to show potentials of FEM packages for flow.

Material. Matlab and ANSYS models will be available.

Informe. It will be asked to check different parts of the Matlab code. It will be asked to change the parameters of the program and check with the results. The same procedure to be repeated with the FEM solution. A model of FSI will be run and the post-process of the results for WSS, pressure and velocity will be explained to show capabilities of the numerical solvers.

Bloque 2. Corazón.

Nicolas Duchateau, Hospital Clínic (Fundació Clínic), e-mail: n.duchateaucistib@gmail.com (clases en castellano)

Teoría (6 hrs)

1. Aspectos básicos del sistema cardíaco
 - a. Introducción de la asignatura, necesidades en cardiología
 - b. El sistema cardíaco global: anatomía (sistemas y órganos), fisiología básica (ciclo cardíaco, presión-volumen)
 - c. El sistema cardíaco local: escalas nano-, micro- y macroscópicas
 - d. Mecánica pasiva
2. Mecánica de la contracción cardíaca
 - a. Mecánica activa: contracción muscular
 - b. La propagación eléctrica
 - c. Alteraciones de la mecánica, del tejido y de la estructura: ejemplos con imagen
3. Introducción a los modelos
 - a. Los diferentes modelos: (bio-transporte), biomecánica, electrofisiología
 - b. Datos disponibles: geometría, fibras, zonas, sistema eléctrico, circulación
 - c. Modelo mecánico
 - d. Acoplamiento electromecánico
 - e. Modelo específico al paciente: unos ejemplos concretos

Seminario (4 hrs)

1. Cambios en presión-volumen debido a diferentes condiciones: circulación, contractilidad, tamaño, ...
2. Modelo mecánico simplificado

Práctica (2 hrs)

Título: Integración de datos en un modelo simplificado y visualización

Material: Matlab / Octave

Informe: Una vez finalizada la resolución, cada alumno (grupos max. de 2 personas) deberá redactar un informe de trabajo, que contenga: las respuestas a las preguntas, los resultados y las justificaciones necesarias.

Bloque 3. Movimiento

Josep Maria Font Llagunes, UPC, e-mail: josep.m.font@upc.edu (clases en catalán)

Teoría (7h)

1. Cinemática del movimiento humano (2h)
 - Posición y orientación:
 - Referencia y sistema de coordenadas.
 - Posición y trayectoria de un punto.
 - Medición y tratamiento del señal.
 - Sistema multicuerpo.
 - Coordenadas angulares, rango de movimiento.
 - Movimiento:
 - Velocidad y aceleración de un punto.
 - Grados de libertad de un sistema multicuerpo.
 - Cinemática del cuerpo rígido.
2. Dinámica vectorial y fuerzas musculares (3h)
 - Ecuaciones fundamentales:
 - Dinámica de la partícula. Segunda ley de Newton.
 - Teorema de la cantidad de movimiento.
 - Teorema del momento angular.
 - Parámetros antropométricos:
 - Centro de masas y momentos de inercia.
 - Tablas y ecuaciones de regresión.
 - Fuerzas:
 - Clasificación de fuerzas en el análisis del movimiento humano.
 - Torsor resultante de un sistema de fuerzas.
 - Fuerzas de contacto. Fricción y enlace.
 - Fuerzas articulares.
 - Fisiología muscular y modelo de Hill.
3. Análisis energético en sistemas biomecánicos (2h)
 - Teorema de la energía (integral y diferencial).
 - Trabajo y potencia de un sistema de fuerzas.
 - Energía cinética de un cuerpo rígido.
 - Energía potencial.

Seminarios (3h)

- Problemas de cinemática (1h)
- Problemas de dinámica (1h)
- Problemas de energía (1h)

Prácticas (4h)

Práctica 1.

Título: Análisis cinemático del movimiento humano.

Descripción. En esta práctica se aplicarán conceptos relacionados con el tema 1 del bloque “Movimiento”. Se realizarán dos ejercicios prácticos. En el primero se analizará el movimiento en el plano frontal de un ejercicio de levantamiento de pesas, y se practicarán conceptos relacionados con la cinemática del punto, la diferenciación numérica, el filtrado de datos y la consistencia cinemática. En el segundo ejercicio se analizará el ciclo de marcha humana (normal y patológica) en el plano sagital. Se practicarán conceptos de cinemática de sistemas multicuerpo y se calcularán ángulos articulares de las extremidades inferiores.

Material. Para la realización de esta práctica se utilizará Matlab y datos que se entregarán previamente a los alumnos. Los alumnos seguirán un guión preparado por el profesor con los diferentes puntos que se deben abordar.

Informe. Una vez finalizada la resolución, cada alumno/grupo deberá redactar un informe de trabajo, donde consten los resultados obtenidos, junto con los esquemas, diagramas y gráficas que se pidan, justificando razonadamente la realización de cada uno de los apartados.

Duración. El tiempo estimado para la realización de esta práctica es de 4 horas (2 sesiones).

Bloque 4. Resistencia de materiales

Ludovic Humbert, DTIC, UPF, e-mail: ludovic.humbert@upf.edu (clases en castellano)

Teoría (6 hrs)

1. Concepto de stress, strain y relaciones stress-strain (2h)
 - Concepto generales de stress y strain
 - Relación básica stress-strain
 - Relación general stress-strain (relación constitutiva)
 - Ecuación de equilibrio
2. Teoría de las vigas (“beams”) (2h)
3. Aplicación a tejido biológicos (hueso, musculus, ligamentos) (2h)

Seminario (4 hrs)

- Problemas relacionados a la teoría de las vigas
- Problemas con tejidos biológicos

Práctica (4 hrs)

Título: Resistencia de tejidos (hueso / músculos)

Material: Matlab

Informe: Una vez finalizada la resolución, cada alumno (grupos max. de 2 personas) deberá redactar un informe de trabajo, que contenga: las respuestas a las preguntas, los resultados y las justificaciones necesarias.

Evaluación

La evaluación de la asignatura se realizara de forma combinada teniendo en cuenta exámenes, prácticas y deberes.

- Examen parcial (23/10) (Bloque 1 y 2)
- Examen final (04/12) (Bloque 3 y 4)
- Prácticas (asistencia obligatoria) + entregables. Esta parte no es recuperable en la convocatoria de Julio.

Los informes de las prácticas y los entregables se entregarán usando el Aula global, a más tardar 2 días después de la práctica o de la petición de los deberes, a menos que el profesor de otra fecha.

Para validar la asignatura, se requiere una nota mínima de 5.0 en cada bloque (para los exámenes parcial y final). En la convocatoria de Julio, se podrá recuperar cada uno de los 4 bloques. También se requiere una nota mínima de 5.0 en la nota de las practicas + entregables.

La nota final será la media ponderada entre la nota del examen parcial (40%), examen final (40%) y la nota media de las practicas + entregables (20%).

Bibliografia

Bloque 1

D.F. Young, B.R. Munson, T.H. Okiishi, A Brief Introduction to Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, 2007.

R.W. Fox, A.T. McDonald, Introduction to Fluid Mechanics, Wiley, 2011.

I.H. Shames, Mechanics of Fluids, McGraw- Hill Higher Education, 2002.

L. Waite, J. Fine, Applied Biofluid Mechanics, McGraw-Hill, 2007.

J.D. Humphrey, S. L. Delange. An Introduction to Biomechanics. New York: Springer-Verlag, 2004.

M. Zamir, The Physics of Pulsatile Flows. Springer Biological Physics Series, 2000.

Bloque 2

Sachse FB. Computational Cardiology: Modeling of Anatomy, Electrophysiology, and Mechanics. LNCS vol. 2966, Springer, Heidelberg, 2004.

Trayanova NA, Constantino J, Gurev V. Electromechanical models of the ventricles. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2011;301(2):H279-86.

Sermesant M. Modèle électromécanique du coeur pour l'analyse d'image et la simulation (Electromechanical Model of the Heart for Image Analysis and Simulation). PhD thesis, Université de Nice Sophia Antipolis, 2003.

Bloque 3

D.G.E. Robertson, G.E. Caldwell, J. Hamill, G. Kamen, S.N. Whittlesey, Research methods in biomechanics, Human Kinetics, 2004.

D.A. Winter, Biomechanics and motor control of human movement, John Wiley and Sons, Inc., 1990.

Complementary bibliography:

V.M. Zatsiorsky, Kinematics of human motion, Human Kinetics, 1998.

V.M. Zatsiorsky, Kinetics of human motion, Human Kinetics, 2002.

C.L. Vaughan, V.L. Davis, J.C. O'Connor, Dynamics of human gait, Kiboho Publishers, 1992.

P. Allard, I.A.F. Stokes, J.-P. Blanchi, Three-dimensional analysis of human movement, Human Kinetics, 1995.

Bloque 4

Ronald Huston, Principles of Biomechanics, December 22, 2008

Ferdinand P Beer, E Russell Johnston Jr, John T DeWolf Mechanics of Materials, Beer, Johnston & Dewolf – 2004

Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny Orthopaedic biomechanics: mechanics and design in musculoskeletal systems, Pearson/Prentice Hall, 2006