

Biomecánica II. 1r trimestre, curso 2014-2015

Responsable: Paula Rudnick , DTIC, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona

e-mail: paula.rudnick@upf.edu

06 de octubre de 2014

Descripción del curso

La biomecánica es un campo multidisciplinario relacionado con la aplicación de la física en los aspectos mecánicos de los sistemas biológicos, en particular, del cuerpo humano. Obviamente, es de relevancia para los estudiantes de ingeniería biomédica el dominar los fundamentos básicos en este campo. El curso intermedio de biomecánica se basa en la aplicación en la biomecánica de reglas físicas avanzadas.

El objetivo del curso es:

- i) Proveer a los estudiantes de una comprensión clara de los conceptos intermedios de la biomecánica;
- ii) Enseñar la manera de analizar problemas prácticos.

Para proveer estos conceptos, diferentes temas serán presentados durante el curso. El material brindado cubre: (a) Cinemática del movimiento humano; (b) Mecánica del sólido deformable; (c) Biomecánica del esqueleto

Bloque 1. Movimiento

Josep Maria Font Llagunes, UPC, e-mail: josep.m.font@upc.edu

Teoría (8h)

1. Cinemática del movimiento humano (4h)
 - 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 (4h)
 - 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.

Seminarios (4h en 2 subgrupos)

- Problemas de cinemática (2h)
- Problemas de dinámica (2h)

Los seminarios se resolverán en el aula y se entregarán antes de finalizar la clase.

Prácticas (4h)

Práctica 1 (2h): Análisis de trayectorias, velocidades y aceleraciones durante la marcha humana.

Práctica 2 (2h): Análisis de ángulos articulares y cinemática de cuerpo rígido durante la marcha humana.

Las prácticas se realizarán con el software Matlab y los alumnos entregarán un informe de la práctica mediante el campus virtual (Aula Global) de la asignatura.

Bloque 2. Mecánica del sólido deformable

Jérôme Noailly, Institut de Bioenginyeria de Catalunya (IBEC), e-mail: jnoailly@ibecbarcelona.eu

Teoría (12h)

1. Cinemática y el concepto de deformaciones (2h)
 - Configuración y movimiento del cuerpo deformable
 - Derivadas materiales y espaciales
 - El tensor gradiente de deformación
 - Los tensores de deformación
2. El concepto de tensiones (4h)
 - Vector de tracción y tensor de tensiones de Cauchy
 - Tensiones principales
 - Ejemplos de estados de tensiones
 - Tensores de tensiones alternativos
3. Leyes fundamentales de la mecánica de medios continuos (2h)
 - Conservación de la masa
 - Conservación del momento lineal
 - Conservación del momento angular
 - Conservación de la energía
4. Ecuaciones constitutivas (4h)
 - Energía de deformación
 - Elasticidad lineal y constantes elásticas
 - Orthotropia
 - Densidad de energía de deformación y hiperelasticidad
 - Poroelasticidad

Seminarios (12h)

- Sesiones de 2h de problemas a resolver en el aula, siguiendo el programa de teoría

Bloque 3. Biomecánica del esqueleto

Paula Rudenick, DTIC, UPF, e-mail: paula.rudenick@upf.edu

Teoría (6 h)

1. Introducción a los principales casos de deformación. Acción axial y flexión (2h)
2. Acción de corte y torsión (2h)
3. Modelos de comportamiento visco-elástico: Hill, Kelvin-Voigt y Maxwell (2h)

Seminario (4 h)

- Flexión y torsión de vigas (2h)
- Problemas de viscoelasticidad (2h)

Los seminarios se resolverán en el aula y se entregarán antes de finalizar la clase.

Práctica (4 hrs en 2 subgrupos)

- Resolución de un problema de flexión utilizando un software de simulación (2h)
- Resolución de un problema de torsión utilizando un software de simulación (2h)

Informe: Una vez finalizada la resolución, cada alumno (grupos de 2 personas como máximo) 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 ejercicios a entregar.

- Examen escrito por bloque: 60% de la nota final del bloque.
- Entregables, incluyendo seminarios e informes de las actividades prácticas: 40% de la nota final del bloque. En este punto, es de notar que es obligatorio presentarse a todas las clases prácticas del bloque y aprobarlas (con nota mínima de 5) para aprobar el bloque, debido a que no hay posibilidad de repetir esta parte de la materia en el examen recuperatorio 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 especifique otra fecha.

Los exámenes escritos estarán basados en el material presentado durante el curso. Cada examen de un bloque y evaluación será independiente de los otros bloques. Para aprobar el curso, será necesario:

- Tener una calificación mínima de 5 para cada bloque (incluyendo exámenes y prácticos/ejercicios a entregar)
- Asistir a todas las clases prácticas.

En el caso que se aprueben todos los bloques, la calificación final será el promedio de las calificaciones correspondientes a todos los bloques. En caso de no aprobar un bloque, la nota final será la del bloque desaprobado (menos que 5).

Existe una oportunidad de repetir el bloque desaprobado en julio. Para este examen se necesitará una calificación mínima de 5 en el examen. En caso de aprobado, la calificación del bloque será 5/10.

Los resultados de la evaluación del examen y los entregables se anunciará en el Aula Global.

Bibliografía

Bloque 1

- 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.

Bibliografía complementaria:

- 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 2

- Nonlinear Solid Mechanics: A Continuum Approach for Engineering, Gerhard A. Holzapfel – Wiley, 2000, ISBN-10: 0471823198, ISBN-13: 9780471823193
- NON-LINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS OF SOLIDS AND STRUCTURES VOLUME 1: ESSENTIALS, M.A. CRISFIELD – WILEY, 2000, ISBN: 9780470860205
- Nonlinear elasticity of biological tissues with statistical fibre orientation. Salvatore Federico, T. Christian Gasser, J R SOC INTERFACE. JUN 6, 2010; 7(47): 955–966
- Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues, 2nd Edition. Y.C. FUNG – SPRINGER, 1993, ISBN-13:978-0387979472, ISBN-10: 0387979476
- Bone Mechanics Handbook, Second Edition. Stephen C. Cowin – CRC Press, 2001. ISBN-13: 978-0849391170. ISBN-10: 0849391172
- Biomechanics of Soft Tissue. Gerhard A. Holzapfel, In: Handbook of Material Behavior 1, Academic Press, 2001
- Marckmann, G., & Verron, E. (2006). Comparison of hyperelastic models for rubber-like materials. Rubber Chemistry and Technology, 79(5), 835–858.
- Fundamentals of poroelasticity. Detournay, E. and Cheng, A.H.-D, In: Comprehensive Rock Engineering: Principles, Practice and Projects, Vol. II, Analysis and Design Method, ed. C. Fairhurst, Pergamon Press, pp. 113-171, 1993
- Noailly, J., & Lacroix, D. (2012). Finite element modelling of the spine. In L. Ambrosio & K. E. Tanner (Eds.), Biomaterials for Spinal Surgery - Part I: Fundamentals of Biomaterials for Spinal Surgery (pp. 144–232). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. doi:10.1533/9780857096197.1.144

Bloque 3

- Nihat Ozkaya and Margareta Nordin. Fundamentals of biomechanics: equilibrium, motion, and deformation – 1999
- Cees Oomens, Marcel Brekelmans and Frank Baaijens. Biomechanics-Concepts and computation - 2009