

# Biomecánica I. 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> trimestre, curso 2012-2013

Ali Pashaei, DTIC, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona

## 1. Teoría (26 h)

### Bloque 1. Movimiento (~ 70 %)

- Tema 1. Introducción (1h)
  - Presentación de la asignatura, temario
  - Definición de biomecánica
  - Problemas en biomecánica
    - \* Sistema muscular-óseo: movimientos (andar, saltar, correr, nadar, volar, levantar peso). Movimiento lineal y angular, funcionamiento de articulaciones, equilibrio.
    - \* Elasticidad: deformación de tejidos, diseño de implantes, almacenamiento de energía elástica para realización de actividades especiales, fricción
    - \* Sistema circulatorio: tensión arterial, mecánica del corazón, implantes endovasculares, comportamiento del flujo sanguíneo
- Tema 2. Estructura del cuerpo humano (músculos, tendones, ligamentos, y huesos) (1h)
  - Tipos de palancas
  - Sistemas de referencia y notación de movimiento humano
  - Esqueleto
  - Hueso, cartílago y ligamento
  - Articulaciones
  - Músculos. Propiedades físicas.
  - Grupos de músculos y movimiento.
- Tema 3. Leyes del Movimiento (5h)
  - Cálculo vectorial
    - \* Suma, resta
    - \* Producto escalar
    - \* Producto vectorial
    - \* Derivación de vectores
  - Cinemática. Ecuación del movimiento
    - \* Posición, velocidad, aceleración
    - \* Coordenadas cartesianas y polares
  - Dinámica. Revisión de las leyes de Newton
  - Ejemplos.
- Tema 4. Momento lineal, centro de masas y momento angular (4h)
  - Conservación del momento lineal
  - Centro de masas y centro de gravedad
  - Momento angular con respecto a un punto estacionario.
  - Momento angular con respecto al centro de masas.

- Ejemplos. Flexiones, saltos, balanceo.
- Tema 5. Movimiento en un plano (4h)
  - Mov. planar de una varilla delgada
  - Velocidad angular
  - Momento angular
  - Conservación del Momento angular.
  - Ejemplos: salto de trampolín, flexiones de espalda.
- Tema 6. Equilibrio estático (2h)
  - Ecuaciones de equilibrio estático
  - Fuerzas de contacto en equilibrio estático
  - Estabilidad estructural
- Tema 7. Impulso y momento, fuerzas impulsivas y mecánica de choque (1h)
  - Principio de impulso y momento
  - Impulso angular y momento angular
- Tema 8. Transferencia de energía (2h)
  - Energía cinética
  - Trabajo
  - Energía potencial
  - Conservación de la Energía mecánica

## **Bloque 2. Elasticidad (~ 20 %)**

- Tema 9. Ley de elasticidad de Hooke (4h)
  - Esfuerzo axial y tangencial
  - Deformación unitaria
  - Ley de Hooke
  - Ejemplos
  - Esfuerzo en tejidos
  - Curva esfuerzo/deformación unitaria
  - Propiedades en tejidos biológicos

## **Bloque 3. Circulación y corazón (~ 10 %)**

- Tema 10. Corazón (1h)
  - Sistema circulatorio
  - Anatomía del corazón
  - Arterias coronarias
  - Estructura de fibras del corazón
  - Fisiología del corazón, bombeo, ciclos.
  - Curvas presión/volumen
  - Energía, trabajo y potencia
  - Contractilidad
- Tema 11. Circulación (1h)
  - Propagación pulsátil
  - Modelo Windkessel
  - Arterias cerebrales
  - Ejemplos

## 2. Seminarios (14 h)

- Problemas de cinemática y dinámica (Tema 3) (2h).
- Problemas de momento lineal, centro de masas y momento angular (Tema 4) (4h)
- Problemas de movimiento en un plano (Tema 5) (3h)
- Problemas de equilibrio estático (Tema 6) (2h)
- Problemas de impulso y momento (Tema 7) (1h)
- Problemas de transferencia de energía (Tema 8) (1h)
- Problemas de elasticidad (Tema 9) (1h)

## 3. Prácticas (12 h)

### ■ Práctica 1

**Título:** *Modelo muscular de las extremidades inferiores*

**Descripción.** En esta práctica se estudiará el modelo muscular de las extremidades inferiores utilizando el programa OpenSim "http://opensim.stanford.edu/index.html". La práctica se realizará siguiendo una serie de pasos guiados, y se plantearán una serie de preguntas para responder en el momento.

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

### ■ Práctica 2

**Título:** *Estudio de un caso real del movimiento al andar*

**Descripción.** En esta práctica se realizará un análisis de un caso real de un niño con un problema al caminar. Se proporcionarán los datos necesarios para resolver el problema utilizando Matlab.

### ■ Práctica 3

**Título:** *Análisis de la cinemática de una atleta levantando pesas*

**Descripción.** A través de un modelo simplificado y unos datos se pedirá estudiar el movimiento, posiciones, velocidades y aceleraciones del brazo de un atleta levantando pesas, con ayuda de Matlab.

### ■ Práctica 4

**Título:** *Elasticidad de tejidos*

**Descripción.** Resolución numérica de un problema de deformación 2D. El guión de la práctica explicará un problema de deformación lineal, en un tejido del cual se darán las propiedades, módulo de Young, coeficiente de Poisson. A partir de este guión, el alumno/grupo deberá definir el dominio, las condiciones de contorno, y plantear correctamente las ecuaciones para resolverlas con unas funciones dadas en Matlab.

**Material.** Para la realización de la práctica se usará el paquete de funciones de Matlab de la Universidad Tecnológica de Eindhoven, cuyo manual está disponible on-line. Fuente: "Biomechanics: Concepts and Computation", Cambridge University Press, 2009.

### ■ Práctica 5

**Título:** *Cálculo de velocidades en salto vertical*

**Descripción.** Resolución numérica de velocidades y aceleraciones en un modelo simplificado de la pierna de una persona saltando. El modelo consiste en varias varillas articuladas. El problema se resolverá numéricamente utilizando Matlab.

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

## 4. Evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará de forma combinada teniendo en cuenta pruebas escritas, productos escritos y pruebas de ejecución.

- Prueba escrita (recuperable): 60 % de la nota.
- Productos escritos (no recuperables): 10 % de la nota.
- Pruebas de ejecución (Prácticas, no recuperables): 30 % de la nota. Las prácticas serán de asistencia obligatoria.

La prueba escrita final constará de cuestiones teóricas y prácticas, es decir, problemas a resolver similares a los realizados en los seminarios. Estará dividido en los tres bloques fundamentales en los que se divide la asignatura. Se realizará una prueba escrita parcial a mitad de trimestre correspondiente a parte del bloque 1 (abarcando el 50 % del total de la asignatura), y que liberará materia.

Para aprobar la asignatura es necesario cumplir cada uno de los siguientes requisitos:

- Obtener una nota igual o superior a un 5 en la prueba escrita.
- Obtener una nota igual o superior a un 5 en la nota combinada global.
- Asistir y entregar las prácticas

La recuperación de la prueba escrita se realizará durante el periodo de exámenes de Julio.

## 5. Bibliografía

- [1] C. Ross Ethier and C.A. Simmons. Introductory Biomechanics. From Cells to Organisms. Cambridge.
- [2] Y.C. Fung. Biomechanics. Motion, Flow, Stress, and Growth. Springer. 1990.
- [3] Y.C. Fung. Biomechanics. Circulation. Springer. 1984.
- [4] Mokka. url: <http://b-tk.googlecode.com/svn/web/mokka>
- [5] OpemSim. url: <http://opensim.stanford.edu>