

Biomecánica I. 3^{er} trimestre, curso 2011-2012

Rubén Cárdenes Almeida, DTIC, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona

10 de abril de 2012

1. Teoría (26 h)

Bloque 1. Movimiento (60 %)

1. Introducción (1h)

- Presentación de la asignatura, temario
- Definición de biomecánica
- Problemas en biomecánica
 - * Sistema musculo-esqueleto: movimientos de sistemas biológicos, 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

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.

3. Leyes del Movimiento (4h)

- 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
- Tipos de fuerzas
- Ejemplos.

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.
5. Movimiento en un plano (3h)
- Mov. planar de una varilla delgada
 - Velocidad angular
 - Momento angular
 - Conservación del Momento angular.
 - Ejemplos: salto de trampolín, flexiones de espalda.
6. Equilibrio estático (1h)
- Ecuaciones de equilibrio estático
 - Fuerzas de contacto en equilibrio estático
 - Estabilidad estructural
7. Impulso y momento, fuerzas impulsivas y mecánica de choque (1h)
- Principio de impulso y momento
 - Impulso angular y momento angular
8. Transferencia de energía (1h)
- Energía cinética
 - Trabajo
 - Energía potencial
 - Conservación de la Energía mecánica

Bloque 2. Elasticidad (25 %)

1. Ley de elasticidad de Hooke (4h)
- Caso unidimensional
 - Ley de Hooke en sólidos
 - Tensor de esfuerzos
 - Tensor de deformaciones
 - Ecuaciones constitutivas
 - Deformación axial y transversal. Relación de Poisson
2. Comportamiento de materiales y tejidos (2h)
- Comportamiento elástico
 - Comportamiento viscoso. Fricción
 - Comportamiento plástico
 - Ejemplos

Bloque 3. Circulación y corazón (15 %)

1. Circulación. (2h)
- Principios físicos de circulación
 - Ley de Murray.
 - Circulación en arterias coronarias.
2. Corazón. (2h)
- Funcionamiento mecánico del corazón
 - Sistema eléctrico
 - Mecánica de fluidos del corazón
 - Válvulas

2. Seminarios (14 h)

- Problemas de movimiento (8h). Equilibrio, movimiento de articulaciones, trabajo, energía y potencia.
- Problemas de elasticidad, fricción. (4h)
- Problemas de circulación y corazón (2h).

3. Prácticas (12 h)

- Práctica 1.

Título: *Movimiento en el sistema muscular-óseo*

Descripción. En esta práctica se resolverá numéricamente un problema como los que se realizarán en los seminarios, pero con un nivel de complejidad mayor, con más grados de libertad, como es el caso de un saltador de altura o de longitud, un nadador, o un corredor. A partir de un texto diseñado para guiar la práctica, los alumnos utilizarán widgets, junto con matlab/octave, para resolver el tipo de movimiento que se pide. En primer lugar, se realizará un esquema reducido del problema. En segundo lugar se dibujará el diagrama de fuerzas, posteriormente se plantearán las ecuaciones que describan el sistema, y finalmente se resolverán las ecuaciones para describir el movimiento.

Material. Para la realización de la práctica se usará Matlab y/o OpenSim "http://opensim.stanford.edu/index.html". Se usarán unas funciones específicas para resolución de sistemas de fuerzas.

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, (dos sesiones).

- Práctica 2.

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, modulo 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.

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 en el guión, justificando razonadamente la realización de cada uno de los apartados.

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

- Práctica 3.

Título. *Circulación y Corazón*

Descripción. Estudio virtual de sistema circulatorio y el corazón a través de widgets. Se diseñará un problema a partir de un modelo simplificado del corazón, en el cual se resolverán algunas magnitudes básicas. (4h).

Material.

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, (dos sesiones).

4. Evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará de forma combinada teniendo en cuenta examen, ejercicios y prácticas.

- Examen final: 60 % de la nota.

- Ejercicios propuestos: 10 % de la nota.
- Prácticas: 30 % de la nota. Las prácticas serán de asistencia obligatoria.

El examen 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 un examen parcial a mitad de trimestre correspondiente a parte del bloque 1 (abarcando el 50% del total de la asignatura), y que liberará materia.

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>