

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2016-2017

Identificación y características de la asignatura														
Código	401254			Créditos ECTS	6									
Denominación (español)	Biomecánica													
Denominación (inglés)	Biomechanics													
Titulaciones	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica													
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales													
Semestre	2º	Carácter	Obligatoria											
Módulo	II: Dispositivos, métodos y técnicas de la Ingeniería Biomédica													
Materia	Fundamentos de Dispositivos, Métodos y Técnicas													
Profesor/es														
Nombre	Despacho	Correo-e				Página web								
Francisco Javier Alonso Sánchez	D.0.1	fjas@unex.es												
Juan Ruiz Martínez	DO.10	juanrm@unex.es												
Área de conocimiento	Ingeniería Mecánica/Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras													
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales													
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Francisco Javier Alonso Sánchez													
Competencias (ver tabla en http://bit.ly/competenciasMUIB)														
	Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas (I)	Marcar con una "X"	Competencias Específicas (II)	Marcar con una "X"	Comp. Alumnos del Ambito Tecnológico-Científico	Marcar con una "X"	Comp. Alumnos del Ambito Biomédico	Marcar con una "X"
	CB6	X	CG1		CT1	X	CE1		CE18		CeTC1		CeB1	
	CB7	X	CG2		CT2	X	CE2		CE19		CeTC2		CeB2	
	CB8	X	CG3	X	CT3	X	CE3		CE20		CeTC3		CeB3	
	CB9	X	CG4	X	CT4	X	CE4		CE21		CeTC4		CeB4	
	CB10	X	CG5	X	CT5	X	CE5	X	CE22		CeTC5		CeB5	
			CG6	X	CT6	X	CE6		CE23		CeTC6		CeB6	
			CG7	X	CT7	X	CE7		CE24		CeTC7		CeB7	
			CG8	X	CT8	X	CE8		CE25		CeTC8		CeB8	
			CG9		CT9	X	CE9		CE26		CeTC9			
			CG10	X			CE10		CE27		CeTC10			
			CG11				CE11		CE28		CeTC11			
			CG12				CE12	X	CE29		CeTC12			
			CG13	X			CE13	X	CE30					
							CE14	X	CE31					
							CE15	X	CE32					
							CE16		CE33					
							CE17	X						

Contenidos
Breve descripción del contenido
Biomecánica del movimiento humano. Comportamiento mecánico del sistema músculo-esquelético. Modelado, Teorías de fallo y Métodos Experimentales en Biomecánica. Aplicaciones de Ingeniería Mecánica y de Mecánica de los Medios Continuos en ingeniería de rehabilitación, traumatología y tecnología de asistencia.
Temario de la asignatura
Parte I: Biomecánica del movimiento humano
Denominación del tema 1: Introducción a la Biomecánica Contenidos del tema 1: 1.1.- Biomecánica. Revisión histórica. 1.2.- Objetivos y aplicaciones. 1.3.- Biomecánica, Mecanobiología e Ingeniería de rehabilitación. Actividades prácticas:
Denominación del tema 2: Análisis cinemático en Biomecánica del movimiento-I: Conceptos previos. Contenidos del tema 2: 2.1.- Revisión de Cinemática del sólido rígido y de los sistemas mecánicos. 2.2.- Pares Cinemáticos. Movilidad. 2.3.- Modelos biomecánicos de cuerpo completo y parciales. 2.4.- Parámetros antropométricos. 2.5.- Modelado articular. Actividades prácticas:
Denominación del tema 3: Análisis cinemático en Biomecánica del movimiento-II: Reconstrucción de movimiento y análisis cinemático. Contenidos del tema 3: 3.1.- Instrumentación de medida. El laboratorio de Biomecánica: cinemática. 3.2.- Análisis de posición, velocidad y aceleración. 3.3.- Errores del análisis cinemático: amplificación de ruido, inconsistencia cinemática. Filtrado. 3.4- Ejemplo de análisis: programas. Actividades prácticas: Laboratorio. Adquisición y proceso de movimiento mediante sistema de cámaras infrarrojas (3,5 horas)
Denominación del tema 4: Análisis dinámico en Biomecánica del movimiento-I: Nivel articular. Contenidos del tema 4: 4.1.- Revisión de Dinámica del sólido rígido y de los sistemas mecánicos. 4.2.- Dinámica tridimensional. 4.3.- Análisis dinámico inverso y directo. Simulación y predicción de movimiento. 4.4.- Instrumentación de medida. El laboratorio de Biomecánica: dinámica. 4.5.- Errores del análisis dinámico: masas de tejido blando, antropometría. 4.6.- Cálculo de reacciones y pares motores a nivel articular. Actividades prácticas:
Denominación del tema 5: Análisis dinámico en Biomecánica del movimiento-I: Nivel muscular. Contenidos del tema 5: 5.1.- El problema de reparto muscular. Redundancia. 5.2.- Modelos musculares. Modelo de Hill. Dinámicas de activación y contracción. 5.3.- Optimización. Elección de la función de coste. 5.4.- Instrumentación de medida. El laboratorio de Biomecánica: electromiografía.

<p>Actividades prácticas: Actividades prácticas: Laboratorio. Adquisición y proceso de señales de electromiografía y estimación de esfuerzos musculares (4 horas)</p>
<p>Denominación del tema 6: Aplicaciones en Tecnología de asistencia e Ingeniería de rehabilitación</p> <p>Contenidos del tema 6:</p> <p>6.1.- Diseño de ortesis pasivas y activas. Estudio de casos.</p> <p>6.2.- Diseño de prótesis activas de mano, brazo y pie. Estudio de casos.</p> <p>6.3.- Robótica en rehabilitación y asistencia.</p> <p>6.4.- Estimulación Eléctrica funcional (FES).</p> <p>Actividades prácticas:</p>
<p>Parte II: Biomecánica del comportamiento mecánico de huesos, tejidos y fluidos</p>
<p>Denominación del tema 1: Comportamiento mecánico del tejido óseo y comportamiento estructural de los huesos.</p> <p>Contenidos del tema 1:</p> <p>1.1 Estructura del tejido óseo.</p> <p>1.2 Métodos experimentales para la determinación de las características mecánicas.</p> <p>1.3 Propiedades mecánicas del hueso cortical y del hueso trabecular.</p> <p>1.4 Criterios de Rotura.</p> <p>1.5 Modelos de comportamiento.</p> <p>1.6 Principios del comportamiento biomecánico del hueso.</p> <p>1.7 Análisis biomecánico de un hueso largo. Fémur.</p> <p>1.8 Análisis biomecánico de la extremidad inferior.</p> <p>Actividades prácticas: Simulación de sistemas de estabilización de fracturas. Sesión 1 (1h)</p>
<p>Denominación del tema 2: Estudio Biomecánico de la Fractura Ósea.</p> <p>Contenidos del tema 2:</p> <p>2.1 Mecanismos de Fractura.</p> <p>2.2 Reparación y remodelación ósea. Factores que condicionan la reparación.</p> <p>2.3 Aspectos biomecánicos del proceso de reparación.</p> <p>2.4 Métodos de evaluación no invasivos.</p> <p>Actividades prácticas: Simulación de sistemas de estabilización de fracturas. Sesión 2 (1h)</p>
<p>Denominación del tema 3: Reparación de Fracturas</p> <p>Contenidos del tema 3:</p> <p>3.1 Sistemas de reparación ortopédicos de fracturas.</p> <p>3.2 Tornillos.</p> <p>3.3 Placas</p> <p>3.4 Fijación intramedular.</p> <p>3.5 Sistemas de fijación externos.</p> <p>Actividades prácticas: Simulación de sistemas de estabilización de fracturas. Sesión 3 (1h)</p>
<p>Denominación del tema 4: Fisiología Articular y Propiedades Biomecánicas de las Estructuras Articulares</p> <p>Contenidos del tema 4:</p> <p>4.1 Tejidos que conforman las articulaciones.</p> <p>4.2 Cartílago articular.</p> <p>4.3 Tendones.</p> <p>4.4 Ligamentos.</p> <p>4.5 Menisco</p> <p>Actividades prácticas: Simulación de sistemas de estabilización de fracturas. Sesión 4 (1h)</p>
<p>Denominación del tema 5: Tensiones y Deformaciones en las Articulaciones. Biotribología de las Articulaciones Sinoviales.</p> <p>Contenidos del tema 5:</p> <p>5.1 Rozamiento.</p> <p>5.2 Medida del coeficiente de fricción.</p>

5.3 Desgaste.
 5.4 Lubricación de las articulaciones sinoviales.
 Actividades prácticas: Simulación de sistemas de estabilización de fracturas. Sesión 5 (1h)

Denominación del tema 6: Articulaciones.
 Contenidos del tema 6:
 6.1 Biomecánica de la cadera.
 6.2 Prótesis de cadera
 6.3 Biomecánica de la rodilla.
 6.4 Prótesis de rodilla.
 6.5 Biomecánica del tobillo.
 6.6 Prótesis de tobillo.
 6.7 Biomecánica del hombro.
 6.8 Prótesis del hombro.
 6.9 Biomecánica del codo.
 6.10 Prótesis del codo.
 6.11 Biomecánica de la muñeca.
 6.12 Prótesis de muñeca.
 6.13 Biomecánica de la mano.
 6.14 Prótesis para pequeñas articulaciones de los dedos.
 Actividades prácticas: Simulación de sistemas de estabilización de fracturas. Sesión 6 (1,5 h)

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial					No presencial
Tema/Evaluación	Total	GG	S	O	L	TP	EP
PARTE I							
1	9	3			1		5
2	10	3			1		6
3	12	4			1,5	0,5	6
4	10	3			1		6
5	10,5	3,5			1		6
6	12	4			2		6
Parte II							
1	10,5	4			1	0,5	5
2	11	3			2		6
3	10	3			1		6
4	10,5	3			1	0,5	6
5	10	3			1		6
6	11,5	4			1,5		6
Evaluación del conjunto	23	3					20
Total	150	43,5	0		15	1,5	90

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

S: Seminario (clases de problemas, seminarios, casos prácticos = 40 estudiantes).

O: Ordenador (prácticas en sala de ordenadores = 30 estudiantes).

L: Laboratorio (prácticas de laboratorio o de campo = 15 estudiantes).

TP: Tutorías programadas (seguimiento docente tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
------------------------------	--

1. Clases magistrales participativas con ayuda de pizarra y ordenador. El material utilizado en clase (esquemas, figuras) se pondrá a disposición de los alumnos para facilitar el trabajo autónomo.	X
2. Las prácticas se realizan en los laboratorios / aulas de informática, en grupos de 15 alumnos/profesor como máximo, en días consecutivos (sesiones de 3-4 horas/día) o en semanas consecutivas (sesiones de 2 horas/semana), hasta completar los créditos estipulados. Además, en el aula de informática el alumno se familiarizará con las aplicaciones y lugares web que pueden ser útiles en el desarrollo conceptual o aplicado de la asignatura. Así mismo, se llevará a cabo la exposición de seminarios realizados por los alumnos.	X
3. Se realizarán tutorías programadas en grupos de un máximo de 5 alumnos para guiarlos en el proceso enseñanza-aprendizaje y darle las pautas generales de preparación de seminarios que serán expuestos posteriormente al grupo grande. Además, en las tutorías académicas se atiende al alumno de manera personalizada, durante el horario establecido, fundamentalmente para aclararle dudas sobre contenidos explicados en clases de teoría y prácticas.	X
4. Exámenes teóricos escritos que podrán incluir preguntas tipo test, preguntas cortas y problemas. Examen práctico que valorará las habilidades adquiridas y que podrá incluir diferentes tipos de preguntas sobre los fundamentos de las prácticas e imágenes que requieren una respuesta concreta. Desarrollo de supuestos prácticos.	X
5. Consiste en el estudio de los contenidos teóricos y prácticos de cada asignatura utilizando la información proporcionada por el profesor en las clases: contenidos expuestos, bibliografía recomendada y recursos disponibles en la red. También se fomentará la participación en el aula virtual.	X
6. Prácticas tutorizadas en una empresa o institución externa de la UEx.	

Resultados de aprendizaje

Comprender y saber modelar y analizar la cinemática y dinámica del movimiento humano y el comportamiento mecánico del sistema músculoesquelético.

Conocer las técnicas instrumentales y experimentales que se utilizan en Biomecánica.

Conocer cómo se aplican las bases anteriores al diseño de dispositivos y sistemas en ingeniería de rehabilitación y traumatología.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

En la evaluación se valorará ante todo la comprensión de los conceptos y la exposición de los mismos, valorándose especialmente el empleo de los términos técnicos empleados en la exposición del temario en las clases. Se valorará por orden de importancia:

CE1 Claridad de conceptos fundamentales de la asignatura.

Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG3-CG8, CG10-CG13, CT1-CT9, CE5, CE12, CE13-CE15, CE17.

CE2 Capacidad para analizar realizar simulaciones de movimiento y comportamiento mecánico de sistemas biomecánicos. Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG3-CG12-CG13, CT2, CE5, CE12, CE13-CE15, CE17.

CE3 La metodología empleada en la resolución de problemas y cuestiones de tipo práctico en el ámbito de la Ingeniería Biomecánica. Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG7, CG11-CG13, CT1-CT5, CE5, CE12, CE13-CE15, CE17.

CE4. Dominio de herramientas informáticas y de laboratorio relacionadas con la materia. Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG3-CG5, CT1-CT6, CE5, CE12, CE13-CE15, CE17.

CE5. Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos en un lenguaje técnico apropiado, oral y escrito, dentro del campo de la Biomecánica. Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG10-CG13, CT1-CT9, CE5, CE12, CE13-CE15, CE17.

CE6. Adquisición de destrezas asociadas a la realización de una simulación biomecánica basada en un caso real. Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG3-CG8, CG10-CG13, CT1-CT9, CE5, CE12, CE13-CE15, CE17.

En la evaluación de los problemas se primará el desarrollo analítico y la comprensión del enunciado sobre la exactitud de las operaciones. Se valorará igualmente el hecho de que las operaciones y planteamientos vayan acompañados de un breve comentario explicativo y justificativo de los mismos. También se valorará positivamente la inclusión de diagramas, esquemas o figuras en la respuesta a los problemas, cuando aquellos resultaran de ayuda para las hipótesis asumidas en la resolución de los problemas.

Se tendrá en cuenta que:

- En ningún caso una respuesta incorrecta restará puntos en la evaluación.
- Los errores conceptuales en cualquier ejercicio implicarán una calificación de cero, independientemente de lo expuesto en el resto del problema.
- Los errores de cálculo se penalizarán con un máximo de 0,5 puntos siempre que el desarrollo del ejercicio sea correcto en las demás partes.
- La ignorancia de la teoría durante su aplicación a ejercicios y problemas implicará una calificación de cero.
- No se puntuarán las exposiciones que no sean perfectamente claras, con ambigüedades o indebidamente justificadas.

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria
1. Exámenes teóricos escritos u orales que podrán incluir preguntas de desarrollo, tipo test, preguntas cortas, problemas...	55 %	55 %
2. Examen práctico que valorará, mediante diferentes tipos de	25 %	-

preguntas y actividades, las habilidades adquiridas y el conocimiento de los fundamentos de las prácticas.			
3. Realización de ejercicios y trabajos propuestos en clase. Presentaciones en público. Trabajo en grupo. Actividades en el campus virtual (autoevaluaciones, glosarios, ...)	15 %	15 %	
4. Asistencia a clases teóricas y a prácticas, así como el grado de participación y actitud en las clases teóricas y en las prácticas.	5 %	-	
5. Realización de memorias de las actividades realizadas en las prácticas externas. Informes de los tutores de las prácticas externas.			

Descripción de las actividades de evaluación

Los criterios citados anteriormente se evaluarán mediante las siguientes evaluaciones:

AE1. PRUEBA ESCRITA

Se realizará en el periodo destinado para exámenes, teniendo una aportación a la nota final del 55%. Esta actividad es RECUPERABLE en la convocatoria extraordinaria.

AE2. PRÁCTICAS DE LABORATORIO y MEMORIAS DE PRÁCTICAS.

La realización de memoria de prácticas será valorada con un 25% de la calificación final. La asistencia a dicha sesiones no es obligatoria. Esta actividad está considerada como NO RECUPERABLE, es decir, no podrá ser realizada en la convocatoria extraordinaria. No obstante, la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será sumada, si es el caso, a la nota final de la convocatoria extraordinaria.

AE3. TRABAJO TUTORIZADO

Cada alumno deberá realizar de forma individual un trabajo de simulación computacional, elegido de común acuerdo con los profesores y defenderlo en clase. El proyecto podrá realizarse a lo largo del cuatrimestre, y será tutorizado de forma conjunta en las clases que se destinen a tal fin. Esta actividad tendrá un peso de un 15% en la nota final del alumno, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, siendo por tanto RECUPERABLE.

AE4. ASISTENCIA A PRÁCTICAS Y EXPOSICIONES DE TRABAJOS Y PARTICIPACIÓN EN CLASE.

Será valorada con un 5% de la calificación final. La asistencia a dichas sesiones no es obligatoria. Esta actividad está considerada como NO RECUPERABLE, es decir, no podrá ser realizada en la convocatoria extraordinaria. No obstante, la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será sumada, si es el caso, a la nota final de la convocatoria extraordinaria.

Bibliografía

Bibliografía básica

Resistencia de Materiales I. I. Herrera. Ed. Bellisco. 2012.
Biomechanics of the Musculo-Skeletal System. B. Nigg, W. Herzog. Ed. Wiley, 1994.
Introducción a la Mecánica de los Medios Continuos. I. Herrera. Ed. Printex. 2009.
Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Fourth Edition. D. A. Winter. Ed. John Wiley & Sons. 2009.

Bibliografía complementaria

Rehabilitation Engineering: Applied to Mobility and Manipulation. R. A. Cooper. Ed. CRC Press, 1995.
Biomechanics: principles and applications. D. Schneck y J. D. Bronzino. Ed. CRC Press, 2002.
Three-Dimensional Analysis of Human Movement. I. A. F. Stokes et al. Ed. Human Kinetics. 1995.
Kinematics of Human Motion. V. Zatsiorsky. Ed. Human Kinetics. 1998.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

International Society of Biomechanics <http://isbweb.org/>

American Society of Biomechanics <http://www.asbweb.org/>

European Society of Biomechanics <http://www.esbiomech.org/>

Horario de tutorías

Tutorías Programadas: El horario y lugar de las tutorías programadas se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente determinados por la Dirección del Centro.

Tutorías de libre acceso: El horario y lugar de las tutorías de libre acceso se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente aprobados por el Departamento.

Recomendaciones

Como recomendación común en la mayoría de asignaturas de Ingeniería, el estudio no ha de enfocarse desde un punto de vista "memorístico", sino desde un punto de vista "comprensivo" que permita al alumno enfrentarse con éxito a nuevas situaciones y casos.