



POLITÉCNICA

ANEXO II

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

Datos Descriptivos

ASIGNATURA:	TERMODINAMICA
MATERIA:	
CRÉDITOS EUROPEOS:	4,5
CARÁCTER:	TECNOLÓGICA COMÚN
TITULACIÓN:	G. ARQUITECTURA NAVAL/G. INGENIERÍA MARÍTIMA
CURSO/SEMESTRE	Curso 2º Semestre 1
ESPECIALIDAD:	

CURSO ACADÉMICO	2011-2012		
PERIODO IMPARTICION	Septiembre- Enero	Febrero - Junio	
	X		
IDIOMA IMPARTICIÓN	Sólo castellano	Sólo inglés	Ambos
	X		

DEPARTAMENTO:	SISTEMAS OCEANICOS Y NAVALES	
PROFESORADO		
NOMBRE Y APELLIDO (C = Coordinador)	DESPACHO	Correo electrónico
TERESA LEO MENA (C)	L-IT-1	teresa.leo.mena@upm.es
MARIA DEL CARMEN RODRÍGUEZ HIDALGO	L-IT-2	mariadelcarmen.rodriguez.hidalgo@upm.es
JOSÉ LUIS MORÁN GONZÁLEZ	L-IT-2	joseluis.moran@upm.es

CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA	
ASIGNATURAS SUPERADAS	CÁLCULO I y II
	FÍSICA I y II
	ALGEBRA LINEAL y GEOMETRÍA
	QUIMICA
OTROS RESULTADOS DE APRENDIZAJE NECESARIOS	Aplicar los métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales.
	Aplicar correctamente los métodos de integración elementales
	Física General (Mecánica)
	Química General

Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA		
Código	COMPETENCIA	NIVEL
CG1	Que los estudiantes demuestren haber llegado a poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio. OBJ 1, 3, 4, 10	1
CG5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía. OBJ 3, 9	3
CE14	Conocimiento de la termodinámica aplicada y de la transmisión de calor	3

Código	OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA
Obj 1.	Que los estudiantes alcancen la capacidad necesaria para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería naval y oceánica, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el Apartado 3.2 de esta memoria, que formen parte de las actividades de construcción, montaje, transformación, explotación, mantenimiento, reparación, o desguace de buques, embarcaciones y artefactos marinos, así como las de fabricación, instalación, montaje o explotación de los equipos y sistemas navales y oceánicos.
Obj 3.	Que los estudiantes se formen en el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y en la versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones basándose en los conocimientos adquiridos en materias básicas y tecnológicas propias de la Arquitectura Naval.
Obj 4.	Que los estudiantes alcancen la madurez necesaria para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en los procesos del proyecto y la construcción de buques.
Obj 9.	Que los estudiantes se formen en el trabajo en un entorno multilingüe y multidisciplinar

Obj 10.	Que los estudiantes alcancen el nivel de conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Naval, especialidad en Estructuras Marinas.
----------------	---

Código	RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA
RA1.	Conocer el Primer Principio de la Termodinámica para sistemas cerrados.
RA2.	Conocer el Segundo Principio de la Termodinámica para sistemas cerrados.
RA3.	Conocer y comprender el comportamiento termodinámico de las sustancias puras.
RA4.	Desarrollar las relaciones entre las propiedades termodinámicas de las sustancias partiendo de los potenciales termodinámicos.
RA5.	Conocer el Primer Principio de la Termodinámica para sistemas abiertos.
RA6.	Conocer el Segundo Principio de la Termodinámica para sistemas abiertos.
RA7.	Comprender el concepto de rendimiento de los dispositivos integrantes de las instalaciones térmicas
RA8.	Conocer los ciclos termodinámicos de potencia de vapor.
RA9	Conocer los ciclos termodinámicos de potencia de gas.
RA10	Conocer los ciclos termodinámicos de refrigeración.

Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)			
TEMA / CAPITULO	LECCIÓN	APARTADO	Indicadores Relacionados
Tema 1. Conceptos básicos y definiciones.			RA1
	Lección 1.1:	Introducción	T01-01
	Lección 1.2:	Método termodinámico y método estadístico.	T01-01
	Lección 1.3:	Alcance y método de la Termodinámica.	T01-02
	Lección 1.4:	Sistema termodinámico.	T01-02
	Lección 1.5:	Propiedad, estado, proceso.	T01-02
	Lección 1.6:	Equilibrio, proceso cuasi-estático; proceso reversible; proceso cíclico.	T01-03
	Lección 1.7:	Densidad y presión.	T01-04
	Lección 1.8:	Temperatura.	T01-04
Tema 2. Primer Principio de la Termodinámica. Energía			RA1
	Lección 2.1:	Introducción	T02-01
	Lección 2.2:	Concepto de trabajo. Proceso adiabático	T02-01
	Lección 2.3:	Primer Principio de la Termodinámica.	T02-02
	Lección 2.4:	Ecuación de la energía mecánica para un sistema deformable.	T02-04
	Lección 2.5:	Ecuación de la energía interna.	T02-03
	Lección 2.6:	Trabajo en procesos reversibles	T02-04
	Lección 2.7:	Postulado de estado.	T02-03
Tema 3. Segundo Principio de la Termodinámica. Entropía.			RA2
	Lección 3.1:	Introducción	T03-01
	Lección 3.2:	Segundo Principio de la termodinámica	T03-02
	Lección 3.3:	Procesos reversibles e irreversibles	T03-02
	Lección 3.4:	Ciclo de Carnot	T03-02
	Lección 3.5:	Teoremas de Carnot	T03-02
	Lección 3.6:	Escala termodinámica de temperatura	T03-03
	Lección 3.7:	Teorema (desigualdad) de Clausius	T03-04
	Lección 3.8:	Entropía	T03-05
	Lección 3.9:	Procesos reales: producción de entropía	T03-06
	Lección 3.10:	Ecuación de Gibbs	T03-07
	Lección 3.11:	Variación de entropía en sustancias incompresibles y en gases perfectos	T03-07
	Lección 3.12:	Entropía y energía no utilizable	T03-06

Tema 4. Propiedades termodinámicas de las sustancias puras. Comportamiento pVT de los gases.			RA3
	Lección 4.1:	Descripción fenomenológica del comportamiento de una sustancia pura.	T04-01
	Lección 4.2:	Tablas y diagramas de propiedades de una sustancia pura.	T04-02
	Lección 4.3:	Ecuación térmica de estado (comportamiento pVT) de los gases	T04-03
Tema 5. Potenciales termodinámicos. Relaciones termodinámicas generalizadas			RA 4
	Lección 5.1:	Potenciales termodinámicos	T05-01
	Lección 5.2:	Relaciones de Maxwell.	T05-02
	Lección 5.3:	Relaciones generalizadas para cambios de energía interna, entalpía y entropía de sustancias simples compresibles..	T05-03
	Lección 5.4:	Cálculo de Δu , Δh y Δs utilizando el principio de los estados correspondientes.	T05-03
	Lección 5.5:	Diagramas termodinámicos generalizados.	T05-03
	Lección 5.6:	Relaciones generalizadas para c_p y c_v	T05-04
	Lección 5.7	Presión de vapor y ecuación de Clapeyron. Ecuación de Clapeyron-Clausius. Ecuación de Antoine	T05-05
	Lección 5.8	Coefficiente de Joule Thomson. Curva de inversión	T05-06
	Lección 5.9	Datos que necesita la Termodinámica	T05-07
Tema 6. Principios primero y segundo aplicados a volúmenes de control. Exergía de flujo.			RA 5; RA 6; RA 7
	Lección 6.1:	Introducción.	T06-01
	Lección 6.2:	Variación de una propiedad extensiva.	T06-02
	Lección 6.3:	Primer principio aplicado a un volumen de control. Hipótesis empleadas. Trabajo en eje, trabajo de desplazamiento de frontera y trabajo de flujo.	T06-02
	Lección 6.4:	Segundo principio aplicado a un volumen de control. Hipótesis empleadas.	T06-02
	Lección 6.5:	Exergía. Balance de exergía en régimen estacionario. Eficiencia exergética	T06-03; T06-04
	Lección 6.6:	Principios primero y segundo aplicados a un volumen de control. Régimen estacionario	T06-05
	Lección 6.7:	Procesos en régimen no estacionario	T06-06
Tema 7. Ciclos de potencia de turbina de vapor. Ciclo Rankine.			RA8
	Lección 7.1:	Introducción.	T07-01
	Lección 7.2:	Ciclo Rankine ideal	T07-01
	Lección 7.3:	Ciclo Rankine real.	T07-02
	Lección 7.4:	Modificaciones del ciclo Rankine.	T07-02

	Lección 7.5:	Cogeneración.	T07-03
	Lección 7.6:	Análisis exergético	T07-04
Tema 8. Ciclos de potencia de gas. Ciclo Brayton de aire estandar			RA 9
	Lección 8.1:	Introducción.	T08-01
	Lección 8.2:	Ciclo Brayton de aire estándar.	T08-01
	Lección 8.3:	Ciclo Brayton real.	T08-02
	Lección 8.4:	Modificaciones del ciclo Brayton	T08-052
	Lección 8.5:	Análisis exergético	T08-03
	Lección 8.6:	Ciclo combinado.	T08-04
Tema 9. Ciclos de refrigeración y bombas de calor.			RA 10
	Lección 9.1:	Introducción.	T09-01; T09-02
	Lección 9.2:	El ciclo de Carnot inverso. Máquinas frigoríficas y bombas de calor. COP	T09-01; T09-02
	Lección 9.3:	Refrigeración por compresión de vapor.	T09-01; T09-02
	Lección 9.4:	Modificaciones de los sistemas de refrigeración por compresión de vapor.	T09-01; T09-02
	Lección 9.5:	Refrigeración con gas. Ciclo Brayton inverso.	T09-01; T09-02
	Lección 9.6:	Refrigeración por absorción.	T09-01; T09-02
	Lección 9.7:	Análisis exergético.	T09-01; T09-02

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORÍA	Las clases de teoría serán expositivas, con abundancia de ejemplos y promoviendo la participación de los alumnos.
CLASES PROBLEMAS	Se resolverán ejercicios y problemas relativos a los cálculos de sistemas cerrados y abiertos, ciclos termodinámicos y sus rendimientos, etc. Al terminar el profesor comentará la solución o la colgará en la plataforma virtual.
PRACTICAS	De Laboratorio (un total de cuatro prácticas demostrativas)
TRABAJOS AUTÓNOMOS	
TRABAJOS EN GRUPO	
TUTORÍAS	Se impartirán por los profesores de la asignatura según el horario que se puede encontrar en: http://www.etsin.upm.es/ETSINavales/Escuela/Agenda_Academica/Horarios_Tutorias

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	“Thermodynamics”, K. Wark, 6 th Ed.: McGraw-Hill. 1999. Versión española Edit. McGraw-Hill, 2001
	“Termodinámica”, Y. A. Çengel y M.A. Boles, Edit. McGraw-Hill, 2009. Versión española 6ª edición en versión inglesa, Edit. McGraw-Hill, 2008.
	“Apuntes y presentaciones disponibles en la plataforma virtual.
	Tablas y diagramas disponibles en la plataforma virtual de la asignatura.
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura http://moodle.upm.es
	http://webserver.dmt.upm.es/-isidoro/bk3/index.html
	http://web.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm
	http://www.keveney.com/Engines.html
	http://termograf.unizar.es
EQUIPAMIENTO	Aulas
	Centro de Cálculo
	Biblioteca
	Salas de estudio
	Laboratorio

Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades Aula	Trabajo Individual	Actividades Evaluación	Autoevaluación
1	<p style="text-align: center;">Tema 1</p> <p style="text-align: center;">Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p style="text-align: center;">Tema 2</p> <p style="text-align: center;">Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
2	<p style="text-align: center;">Tema 2</p> <p style="text-align: center;">Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p style="text-align: center;">Tema 2</p> <p style="text-align: center;">Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		Prueba de Autoevaluación plataforma virtual 45 min
3	<p style="text-align: center;">Tema 3</p> <p style="text-align: center;">Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p style="text-align: center;">Tema 3</p> <p style="text-align: center;">Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1,9h)</p> <p style="text-align: center;">Prueba de evaluación continua (0,1h)</p> <p style="text-align: center;"><u>Práctica Termometría (2h)</u></p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas	Prueba de evaluación continua Cuestionario	

4	<p>Prueba de evaluación continua (1h)</p> <p>Tema 3</p> <p>Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas	Prueba de evaluación continua Temas 1 a 3	
5	<p>Tema 4</p> <p>Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 4</p> <p>Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
6	<p>Tema 4</p> <p>Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 4</p> <p>Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 5</p> <p>Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p><u>Práctica Piezometría o Ecuación de estado (2h)</u></p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		Prueba de Autoevaluación plataforma virtual 45 min

7	<p>Tema 5 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 5 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas	<p>Prueba de evaluación continua</p> <p>Cuestionario</p>	
8	<p>Prueba de evaluación continua (1h)</p> <p>Tema 5 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 6 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p>	4,5h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas	<p>Prueba de evaluación continua</p> <p>Temas 1 a 4</p>	
9	<p>Tema 6 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 6 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p> <p><u>Práctica Bomba de calor (2h)</u></p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		

10	<p>Tema 6 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 6 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1,87h)</p> <p>Prueba de evaluación continua (0,13h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas	<p>Prueba de evaluación continua</p> <p>Cuestionario</p>	<p>Prueba de Autoevaluación plataforma virtual</p> <p>45 min</p>
11	<p>Tema 6 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 6 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
12	<p>Tema 7 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 7 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Prueba de evaluación continua (1h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas	<p>Prueba de evaluación continua</p> <p>Temas 1 a 4</p>	

13	<p>Tema 7 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 7 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 8 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Prueba de evaluación continua (0,13h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas	<p>Prueba de evaluación continua</p> <p>Cuestionario</p>	
14	<p>Tema 8 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 8 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		<p>Prueba de Autoevaluación plataforma virtual</p> <p>45 min</p>

15	<p>Tema 9 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 9 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (2h)</p>	4h de lectura de teoría, realización de ejemplos y resolución de problemas		
16	<p>Tema 9 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Tema 9 Clase expositiva, ejemplos y ejercicios (1h)</p> <p>Prueba de evaluación continua (2h)</p>	4h realización de ejemplos y resolución de problemas	Prueba de evaluación continua Temas 5 a 9	
17-19	<p>Examen Final (2h)</p> <p>En la fecha fijada por el calendario oficial de exámenes (Enero 2012 y extraordinario en Julio 2012)</p>		Examen Final	

Total Horas presenciales 54	Total Horas de trabajo individual del alumno 67,5
------------------------------------	--

Sistema de evaluación de la asignatura

EVALUACION		
Ref	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA:
T1-01	Definir los conceptos fundamentales necesarios para abordar el estudio termodinámico en ingeniería.	RA1
T1-02	Enumerar las condiciones de equilibrio termodinámico	RA1
T1-03	Adquirir un criterio para deducir si un proceso determinado puede considerarse cuasiestático.	RA1
T1-04	Conocer las unidades del SI correspondientes a las magnitudes comúnmente utilizadas en Termodinámica	RA1
T2-01	Identificar la interacción trabajo en la frontera de un sistema y distinguirla de la interacción calor	RA1
T2-02	Aplicar las expresión del Balance de Energía a diversos sistemas con y sin fricción en la frontera	RA1
T2-03	Aplicar la ecuación de la energía interna a sistemas con fricción en su interior y/o en la frontera.	RA1
T2-04	Explicar las condiciones que han de cumplirse para que el trabajo que el exterior comunica a un sistema coincida con alguna forma de trabajo reversible	RA1
T2-05	Definir sistema simple y aplicar la definición al caso de un sistema simple compresible	RA1
T3-01	Definir motor térmico, máquina frigorífica y bomba térmica y calcular sus rendimientos.	RA2
T3-02	Clasificar los procesos atendiendo a los conceptos de reversibles e irreversibles.	RA2
T3-03	Definir el concepto de temperatura termodinámica y la escala Kelvin de temperatura.	RA2
T3-04	Aplicar el teorema de Clausius para predecir la viabilidad a procesos cíclicos.	RA2
T3-05	Definir la propiedad entropía y expresar sus unidades en el SI.	RA2
T3-06	Calcular la producción de entropía e irreversibilidad en el interior de	RA2

	un sistema y en el proceso global	
T3-07	Aplicar la ecuación de Gibbs para obtener la variación de entropía en gases ideales y en sustancias incompresibles	RA2
T4-01	Representar gráficamente los diagramas $p-v$, $T-v$ y $p-T$ y localizar los estados principales de una sustancia pura en tales diagramas.	RA3
T4-02	Adquirir un procedimiento sistemático para determinar propiedades termodinámicas de sustancias puras a partir de tablas sobre propiedades	RA3
T4-03	Usar el diagrama de compresibilidad generalizado para relacionar datos $p-v-T$ de los gases.	RA3
T5-01	Definir el concepto de potencial termodinámico e identificar las variables naturales de los potenciales energía interna, entalpía de Helmholtz y de Gibbs.	RA4
T5-02	Deducir las relaciones de Maxwell recurriendo a la condición de diferencial exacta de toda la propiedad termodinámica y aplicarlas para evaluar cambios de propiedades de una sustancia.	RA4
T5-03	Conocer las expresiones para las variaciones de u, h y s de un sistema simple compresible en función de dos variables cualesquiera del conjunto p, v, T y aplicarlas a una ecuación térmica de estado dada	RA4
T5-04	Deducir la Relación de Mayer a partir de la expresión generalizada de $C_p - C_v$	RA4
T5-05	Utilizar las ecuaciones de Clausius-Clapeyron y de Antoine para el cálculo de la curva de saturación de una sustancia pura	RA4
T5-06	Definir la curva de inversión con respecto al coeficiente de Joule-Thomson	RA4
T5-07	Distinguir entre las diferentes alternativas que existen para la aplicación de los principios de la termodinámica a un sistema concreto: Datos que necesita la Termodinámica	RA4
T6-01	Establecer la ecuación de continuidad en sistemas abiertos	RA5
T6-02	Explicar cada término que aparece en la expresión del primer principio y del segundo principio de la Termodinámica para un volumen de control y las hipótesis empleadas en su deducción.	RA5-RA6
T6-03	Calcular el rendimiento isoentrópico de los dispositivos integrantes de las instalaciones térmicas y calcular sus valores.	RA5-RA6

T6-04	Calcular la eficiencia energética y exergética de un proceso determinado	RA5-RA6-RA7
T6-05	Aplicar las expresiones generales de los principios primero y segundo y del balance exergético en el caso de régimen estacionario y calcular correctamente la irreversibilidad de los procesos estudiados	RA5-RA6
T6-06	Deducir expresiones particulares en los casos de vaciado y llenado de depósitos.	RA5-RA6
T7-01	Calculo de la potencia y eficiencia del ciclo Rankine simple	RA8
T7-02	Determinar el rendimiento de ciclos Rankine con recalentamiento, sobrecalentamiento y con regeneración.	RA8
T7-03	Analizar la generación de potencia acoplada con el proceso de calentamiento llamado cogeneración.	RA8
T7-04	Analizar las principales causas de destrucción y pérdida de exergía en las centrales térmicas de vapor.	RA8
T8-01	Analizar el funcionamiento de los ciclos de potencia de gas y sus diversas aplicaciones	RA9
T8-02	Mostrar cómo afecta el enfriamiento y calentamiento intermedios en el rendimiento de un ciclo de turbina de gas	RA9
T8-03	Analizar energéticamente y exergéticamente los sistemas basados en turbinas de gas.	RA9
T8-04	Analizar el funcionamiento de los ciclos combinados de turbina de gas y de vapor	RA9
T9-01	Representar los diagramas Ts para los ciclos de refrigeración por compresión de vapor, ciclos de bomba de calor, ciclos de Brayton de refrigeración y por absorción, mostrando correctamente la relación entre las temperaturas de los focos caliente y frío con las temperaturas del refrigerante	RA10
T9-02	Calcular los diversos indicadores de eficiencia de los ciclos de refrigeración	RA10

La tabla anterior puede ser sustituida por la tabla de rúbricas.

EVALUACION SUMATIVA			
BREVE DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES EVALUABLES	MOMENTO	LUGAR	PESO EN LA CALIFICACIÓN
Pruebas de evaluación continua	Semanas 4, 8, 12 y 16	Aula de exámenes	80% (10%; 15%;20% y 35% respectivamente)
Prácticas de Laboratorio	Semanas 3, 6, y 9	Laboratorio Térmica	15%
Participación en las actividades de clase		Aula	5%
Trabajo individual			
Trabajos en grupo			
Examen Final (incluye examen de prácticas)	Consultar Calendario	Aula de exámenes	100%

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Evaluación Continua: Sí

Método de Evaluación de la Asignatura:

El alumno podrá optar por el método de evaluación continua o por el método de solo examen final. El alumno dispondrá de tres semanas para optar por uno u otro método.

Los alumnos que opten por la evaluación continua realizarán *cuatro pruebas* de evaluación a lo largo del semestre. Deberán participar de un modo activo en las actividades en aula de la asignatura (*participación en las actividades de clase*). Deberán realizar las prácticas de Laboratorio propuestas.

La *participación en las actividades de clase* consistirá en realizar cuestionarios y entrega de ejercicios realizados en clase.

Los alumnos que opten por el método de solo examen final deberán realizar un examen en aula y un examen de prácticas de Laboratorio previo al examen en aula y con una duración máxima de 90 minutos.

Algunos de los indicadores de logro relacionados anteriormente se consideran fundamentales y serán imprescindibles, aunque no suficientes, para poder obtener una calificación de aprobado en la asignatura. En cada una de las pruebas de evaluación serán señalados adecuadamente.

Únicamente los alumnos que no realicen ninguna prueba o se acojan a la modalidad de solo examen final y no realicen este serán evaluados como “no presentados”.

Evaluación Sumativa:

- Evaluación continua: Aula. 5%
- Evaluación continua: Aula de exámenes. 80%
- Evaluación continua: Laboratorio. 15%
- Evaluación solo examen final: Aula de exámenes. 85%
- Evaluación solo examen final: Laboratorio. 15%

Criterios de Calificación:

1) Evaluación continua:

Para aprobar por evaluación continua el alumno deberá presentarse a las cuatro pruebas (1 a 4) de una hora de duración, abajo detalladas y obtener una calificación igual o superior a 2 puntos sobre 10 en cada una de ellas. También, la nota mínima requerida para superar las prácticas de Laboratorio será de 5 puntos sobre 10.

La nota final se obtendrá realizando una media ponderada según el porcentaje aproximado reflejado a continuación:

- Prueba 1 Ejercicios +Teoría (Calificación Mecanizada) (10%) Semana 4
- Prueba 2 Problema (Calificación Manual o Mecanizada) (15%) Semana 8
- Prueba 3 Problema +Teoría (Calificación Manual o Mecanizada) (20%) Semana 12
- Prueba 4 Teoría+ Problema Calificación Manual (35%) Semana 16

Participación en las actividades de clase y la correcta secuenciación del aprendizaje (5%)

Prácticas de Laboratorio (15%).

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mayor o igual a 5 puntos. Los alumnos que no habiendo alcanzado esta calificación hayan demostrado aprovechamiento en la asignatura, podrán realizar un examen global de la misma al terminar el semestre. Dicho examen coincidirá con el examen final.

2) Examen final. Convocatoria ordinaria:

Para la convocatoria ordinaria se realizará un examen final, consistente en una prueba de teoría y 2 problemas, calificada cada parte independientemente sobre 10. Para hacer media, la nota mínima en cada una de estas pruebas deberá ser igual o superior a 2 sobre 10. La nota del examen prácticas de Laboratorio deberá ser igual o superior a 2.

- Teoría (25%)
- Problema 1 (30%)
- Problema 2 (30%)

Examen de prácticas de Laboratorio (15%)

Se aprobará con una media ponderada igual o superior a 5.

3) Examen final. Convocatoria extraordinaria:

Para la convocatoria ordinaria se realizará un examen final, consistente en una prueba de teoría y 2 problemas, calificada cada parte independientemente sobre 10. Para hacer media, la nota mínima en cada una de estas pruebas deberá ser igual o superior a 2. La nota del examen de prácticas de Laboratorio deberá ser igual o superior a 2.

- Teoría (25%)
- Problema 1 (30%)
- Problema 2 (30%)
- Examen de prácticas de Laboratorio (15%)

Se aprobará con una media ponderada igual o superior a 5.

4) Prácticas de laboratorio (opción evaluación continua). Se propondrán varias prácticas de laboratorio, cuya nota se conservará únicamente hasta la convocatoria ordinaria correspondiente al curso académico en el que se realizaron. En las siguientes convocatorias deberá realizarse un examen de prácticas de Laboratorio cuyo peso en la nota final se ha especificado en los párrafos anteriores.

Las prácticas de Laboratorio se evaluarán con los criterios siguientes:

- Cuestionario eliminatorio sobre el guión de las prácticas (10%)
- Realización de la totalidad de las mismas (35%)
- Entrega de las memorias solicitadas tras su realización (55%)

5) Examen de prácticas de laboratorio (opción examen final).

- Cuestiones sobre el conjunto de prácticas propuesto (40%)
- Realización de una práctica y elaboración de resultados (60%)

En total, se ofrecen al alumno 54 horas de clase: 48 en aula y 6 en laboratorio.

Evaluación Formativa (trabajo autónomo):

1) Cuestionarios de autoevaluación (Plataforma virtual de enseñanza, Moodle)

Periódicamente se propondrán cuestionarios de autoevaluación en la plataforma virtual de enseñanza. Permitirán al alumno comprobar la asimilación de conocimientos y preparar las pruebas correspondientes a la evaluación. Su realización con aprovechamiento puede aumentar la nota final, hasta en 2 puntos, de aquellos alumnos que hayan aprobado, siempre que hayan realizado el 80%, o más, de dichos cuestionarios.



POLITÉCNICA

ANEXO III

Ficha Técnica de Asignatura

Datos Descriptivos

ASIGNATURA:	TERMODINAMICA		
Nombre en Inglés:	Thermodynamics		
MATERIA:			
Créditos Europeos:	4,5	Código UPM:	085001315-08502315
CARÁCTER:	Obligatoria		
TITULACIÓN:	G. ARQUITECTURA NAVAL / G. INGENIERÍA MARÍTIMA		
CURSO:	2 curso, 1 semestre		
ESPECIALIDAD:			
DEPARTAMENTO:	Sistemas oceánicos y navales		

PERIODO IMPARTICION	Septiembre- Enero		Febrero - Junio
		X	
IDIOMA IMPARTICIÓN	Sólo castellano	Sólo inglés	Ambos
	X		
CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA			
ASIGNATURAS SUPERADAS	CÁLCULO I y II		
	FÍSICA I y II		
	ALGEBRA LINEAL y GEOMETRÍA		
	QUIMICA		

OTROS RESULTADOS DE APRENDIZAJE NECESARIOS	Aplicar los métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales.
	Aplicar correctamente los métodos de integración elementales
	Física General (Mecánica)
	Química General

Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA		
Código	COMPETENCIA	NIVEL
CG1	Que los estudiantes demuestren haber llegado a poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio. OBJ 1, 3, 4, 10	1
CG5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía. OBJ 3, 9	3
CE14	Conocimiento de la termodinámica aplicada y de la transmisión de calor	3

Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)			
TEMA / CAPITULO	LECCIÓN	APARTADO	Indicadores Relacionados
Tema 1. Conceptos básicos y definiciones.			RA1
	Lección 1.1:	Introducción	T01-01
	Lección 1.2:	Método termodinámico y método estadístico.	T01-01
	Lección 1.3:	Alcance y método de la Termodinámica.	T01-02
	Lección 1.4:	Sistema termodinámico.	T01-02
	Lección 1.5:	Propiedad, estado, proceso.	T01-02
	Lección 1.6:	Equilibrio, proceso cuasi-estático; proceso reversible; proceso cíclico.	T01-03
	Lección 1.7:	Densidad y presión.	T01-04
	Lección 1.8:	Temperatura.	T01-04
Tema 2. Primer Principio de la Termodinámica. Energía			RA1
	Lección 2.1:	Introducción	T02-01
	Lección 2.2:	Concepto de trabajo. Proceso adiabático	T02-01
	Lección 2.3:	Primer Principio de la Termodinámica.	T02-02
	Lección 2.4:	Ecuación de la energía mecánica para un sistema deformable.	T02-04
	Lección 2.5:	Ecuación de la energía interna.	T02-03
	Lección 2.6:	Trabajo en procesos reversibles	T02-04
	Lección 2.7:	Postulado de estado.	T02-03
Tema 3. Segundo Principio de la Termodinámica. Entropía.			RA2
	Lección 3.1:	Introducción	T03-01
	Lección 3.2:	Segundo Principio de la termodinámica	T03-02
	Lección 3.3:	Procesos reversibles e irreversibles	T03-02
	Lección 3.4:	Ciclo de Carnot	T03-02
	Lección 3.5:	Teoremas de Carnot	T03-02
	Lección 3.6:	Escala termodinámica de temperatura	T03-03
	Lección 3.7:	Teorema (desigualdad) de Clausius	T03-04
	Lección 3.8:	Entropía	T03-05
	Lección 3.9:	Procesos reales: producción de entropía	T03-06
	Lección 3.10:	Ecuación de Gibbs	T03-07
	Lección 3.11:	Variación de entropía en sustancias incompresibles y en gases perfectos	T03-07
	Lección 3.12:	Entropía y energía no utilizable	T03-06

Tema 4. Propiedades termodinámicas de las sustancias puras. Comportamiento pVT de los gases.			RA3
	Lección 4.1:	Descripción fenomenológica del comportamiento de una sustancia pura.	T04-01
	Lección 4.2:	Tablas y diagramas de propiedades de una sustancia pura.	T04-02
	Lección 4.3:	Ecuación térmica de estado (comportamiento pVT) de los gases	T04-03
Tema 5. Potenciales termodinámicos. Relaciones termodinámicas generalizadas			RA 4
	Lección 5.1:	Potenciales termodinámicos	T05-01
	Lección 5.2:	Relaciones de Maxwell.	T05-02
	Lección 5.3:	Relaciones generalizadas para cambios de energía interna, entalpía y entropía de sustancias simples compresibles..	T05-03
	Lección 5.4:	Cálculo de Δu , Δh y Δs utilizando el principio de los estados correspondientes.	T05-03
	Lección 5.5:	Diagramas termodinámicos generalizados.	T05-03
	Lección 5.6:	Relaciones generalizadas para c_p y c_v	T05-04
	Lección 5.7	Presión de vapor y ecuación de Clapeyron. Ecuación de Clapeyron-Clausius. Ecuación de Antoine	T05-05
	Lección 5.8	Coefficiente de Joule Thomson. Curva de inversión	T05-06
	Lección 5.9	Datos que necesita la Termodinámica	T05-07
Tema 6. Principios primero y segundo aplicados a volúmenes de control. Exergía de flujo.			RA 5; RA 6; RA 7
	Lección 6.1:	Introducción.	T06-01
	Lección 6.2:	Variación de una propiedad extensiva.	T06-02
	Lección 6.3:	Primer principio aplicado a un volumen de control. Hipótesis empleadas. Trabajo en eje, trabajo de desplazamiento de frontera y trabajo de flujo.	T06-02
	Lección 6.4:	Segundo principio aplicado a un volumen de control. Hipótesis empleadas.	T06-02
	Lección 6.5:	Exergía. Balance de exergía en régimen estacionario. Eficiencia exergética	T06-03; T06-04
	Lección 6.6:	Principios primero y segundo aplicados a un volumen de control. Régimen estacionario	T06-05
	Lección 6.7:	Procesos en régimen no estacionario	T06-06
Tema 7. Ciclos de potencia de turbina de vapor. Ciclo Rankine.			RA8
	Lección 7.1:	Introducción.	T07-01
	Lección 7.2:	Ciclo Rankine ideal	T07-01
	Lección 7.3:	Ciclo Rankine real.	T07-02
	Lección 7.4:	Modificaciones del ciclo Rankine.	T07-02

	Lección 7.5:	Cogeneración.	T07-03
	Lección 7.6:	Análisis exergético	T07-04
Tema 8. Ciclos de potencia de gas. Ciclo Brayton de aire estándar			RA 9
	Lección 8.1:	Introducción.	T08-01
	Lección 8.2:	Ciclo Brayton de aire estándar.	T08-01
	Lección 8.3:	Ciclo Brayton real.	T08-02
	Lección 8.4:	Modificaciones del ciclo Brayton	T08-052
	Lección 8.5:	Análisis exergético	T08-03
	Lección 8.6:	Ciclo combinado.	T08-04
Tema 9. Ciclos de refrigeración y bombas de calor.			RA 10
	Lección 9.1:	Introducción.	T09-01; T09-02
	Lección 9.2:	El ciclo de Carnot inverso. Máquinas frigoríficas y bombas de calor. COP	T09-01; T09-02
	Lección 9.3:	Refrigeración por compresión de vapor.	T09-01; T09-02
	Lección 9.4:	Modificaciones de los sistemas de refrigeración por compresión de vapor.	T09-01; T09-02
	Lección 9.5:	Refrigeración con gas. Ciclo Brayton inverso.	T09-01; T09-02
	Lección 9.6:	Refrigeración por absorción.	T09-01; T09-02
	Lección 9.7:	Análisis exergético.	T09-01; T09-02

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORÍA	Las clases de teoría serán expositivas, con abundancia de ejemplos y promoviendo la participación de los alumnos.
CLASES PROBLEMAS	Se resolverán ejercicios y problemas relativos a los cálculos de sistemas cerrados y abiertos, ciclos termodinámicos y sus rendimientos, etc. Al terminar el profesor comentará la solución o la colgará en la plataforma virtual.
PRACTICAS	De Laboratorio (un total de cuatro prácticas demostrativas)
TRABAJOS AUTÓNOMOS	
TRABAJOS EN GRUPO	
TUTORÍAS	Se impartirán por los profesores de la asignatura según el horario que se puede encontrar en: http://www.etsin.upm.es/ETSINavales/Escuela/Agenda_Academica/Horarios_Tutorias

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	“Thermodynamics”, K. Wark, 6 th Ed.: McGraw-Hill. 1999. Versión española Edit. McGraw-Hill, 2001
	“Termodinámica”, Y. A. Çengel y M.A. Boles, Edit. McGraw-Hill, 2009. Versión española 6ª edición en versión inglesa, Edit. McGraw-Hill, 2008.
	“Apuntes y presentaciones disponibles en la plataforma virtual.
	Tablas y diagramas disponibles en la plataforma virtual de la asignatura.
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura http://moodle.upm.es
	http://webserver.dmt.upm.es/-isidoro/bk3/index.html
	http://web.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm
	http://www.keveney.com/Engines.html
	http://termograf.unizar.es
EQUIPAMIENTO	Aulas
	Centro de Cálculo
	Biblioteca
	Salas de estudio
	Laboratorio

Sistema de evaluación de la asignatura

EVALUACION		
Ref	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA:
T1-01	Definir los conceptos fundamentales necesarios para abordar el estudio termodinámico en ingeniería.	RA1
T1-02	Enumerar las condiciones de equilibrio termodinámico	RA1
T1-03	Adquirir un criterio para deducir si un proceso determinado puede considerarse cuasiestático.	RA1
T1-04	Conocer las unidades del SI correspondientes a las magnitudes comúnmente utilizadas en Termodinámica	RA1
T2-01	Identificar la interacción trabajo en la frontera de un sistema y distinguirla de la interacción calor	RA1
T2-02	Aplicar las expresión del Balance de Energía a diversos sistemas con y sin fricción en la frontera	RA1
T2-03	Aplicar la ecuación de la energía interna a sistemas con fricción en su interior y/o en la frontera.	RA1
T2-04	Explicar las condiciones que han de cumplirse para que el trabajo que el exterior comunica a un sistema coincida con alguna forma de trabajo reversible	RA1
T2-05	Definir sistema simple y aplicar la definición al caso de un sistema simple compresible	RA1
T3-01	Definir motor térmico, máquina frigorífica y bomba térmica y calcular sus rendimientos.	RA2
T3-02	Clasificar los procesos atendiendo a los conceptos de reversibles e irreversibles.	RA2
T3-03	Definir el concepto de temperatura termodinámica y la escala Kelvin de temperatura.	RA2
T3-04	Aplicar el teorema de Clausius para predecir la viabilidad a procesos cíclicos.	RA2
T3-05	Definir la propiedad entropía y expresar sus unidades en el SI.	RA2

T3-06	Calcular la producción de entropía e irreversibilidad en el interior de un sistema y en el proceso global	RA2
T3-07	Aplicar la ecuación de Gibbs para obtener la variación de entropía en gases ideales y en sustancias incompresibles	RA2
T4-01	Representar gráficamente los diagramas pv , Tv y pT y localizar los estados principales de una sustancia pura en tales diagramas.	RA3
T4-02	Adquirir un procedimiento sistemático para determinar propiedades termodinámicas de sustancias puras a partir de tablas sobre propiedades	RA3
T4-03	Usar el diagrama de compresibilidad generalizado para relacionar datos pvT de los gases.	RA3
T5-01	Definir el concepto de potencial termodinámico e identificar las variables naturales de los potenciales energía interna, entalpía de Helmholtz y de Gibbs.	RA4
T5-02	Deducir las relaciones de Maxwell recurriendo a la condición de diferencial exacta de toda la propiedad termodinámica y aplicarlas para evaluar cambios de propiedades de una sustancia.	RA4
T5-03	Conocer las expresiones para las variaciones de u, h y s de un sistema simple compresible en función de dos variables cualesquiera del conjunto p, v, T y aplicarlas a una ecuación térmica de estado dada	RA4
T5-04	Deducir la Relación de Mayer a partir de la expresión generalizada de $c_p - c_v$	RA4
T5-05	Utilizar las ecuaciones de Clausius-Clapeyron y de Antoine para el cálculo de la curva de saturación de una sustancia pura	RA4
T5-06	Definir la curva de inversión con respecto al coeficiente de Joule-Thomson	RA4
T5-07	Distinguir entre las diferentes alternativas que existen para la aplicación de los principios de la termodinámica a un sistema concreto: Datos que necesita la Termodinámica	RA4
T6-01	Establecer la ecuación de continuidad en sistemas abiertos	RA5
T6-02	Explicar cada término que aparece en la expresión del primer principio y del segundo principio de la Termodinámica para un volumen de control y las hipótesis empleadas en su deducción.	RA5-RA6
T6-03	Calcular el rendimiento isoentrópico de los dispositivos integrantes	RA5-RA6

	de las instalaciones térmicas y calcular sus valores.	
T6-04	Calcular la eficiencia energética y exergética de un proceso determinado	RA5-RA6-RA7
T6-05	Aplicar las expresiones generales de los principios primero y segundo y del balance exergético en el caso de régimen estacionario y calcular correctamente la irreversibilidad de los procesos estudiados	RA5-RA6
T6-06	Deducir expresiones particulares en los casos de vaciado y llenado de depósitos.	RA5-RA6
T7-01	Calculo de la potencia y eficiencia del ciclo Rankine simple	RA8
T7-02	Determinar el rendimiento de ciclos Rankine con recalentamiento, sobrecalentamiento y con regeneración.	RA8
T7-03	Analizar la generación de potencia acoplada con el proceso de calentamiento llamado cogeneración.	RA8
T7-04	Analizar las principales causas de destrucción y pérdida de exergía en las centrales térmicas de vapor.	RA8
T8-01	Analizar el funcionamiento de los ciclos de potencia de gas y sus diversas aplicaciones	RA9
T8-02	Mostrar cómo afecta el enfriamiento y calentamiento intermedios en el rendimiento de un ciclo de turbina de gas	RA9
T8-03	Analizar energéticamente y exergéticamente los sistemas basados en turbinas de gas.	RA9
T8-04	Analizar el funcionamiento de los ciclos combinados de turbina de gas y de vapor	RA9
T9-01	Representar los diagramas Ts para los ciclos de refrigeración por compresión de vapor, ciclos de bomba de calor, ciclos de Brayton de refrigeración y por absorción, mostrando correctamente la relación entre las temperaturas de los focos caliente y frío con las temperaturas del refrigerante	RA10
T9-02	Calcular los diversos indicadores de eficiencia de los ciclos de refrigeración	RA10

La tabla anterior puede ser sustituida por la tabla de rúbricas.

EVALUACION SUMATIVA			
BREVE DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES EVALUABLES	MOMENTO	LUGAR	PESO EN LA CALIFICACIÓN
Pruebas de evaluación continua	Semanas 4, 8, 12 y 16	Aula de exámenes	80% (10%; 15%;20% y 35% respectivamente)
Prácticas de Laboratorio	Semanas 3, 6, y 9	Laboratorio Térmica	15%
Participación en las actividades de clase		Aula	5%
Trabajo individual			
Trabajos en grupo			
Examen Final (incluye examen de prácticas)	Consultar Calendario	Aula de exámenes	100%

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Evaluación Continua: Sí

Método de Evaluación de la Asignatura:

El alumno podrá optar por el método de evaluación continua o por el método de solo examen final. El alumno dispondrá de tres semanas para optar por uno u otro método.

Los alumnos que opten por la evaluación continua realizarán *cuatro pruebas* de evaluación a lo largo del semestre. Deberán participar de un modo activo en las actividades en aula de la asignatura (*participación en las actividades de clase*). Deberán realizar las prácticas de Laboratorio propuestas.

La *participación en las actividades de clase* consistirá en realizar cuestionarios y entrega de ejercicios realizados en clase.

Los alumnos que opten por el método de solo examen final deberán realizar un examen en aula y un examen de prácticas de Laboratorio previo al examen en aula y con una duración máxima de 90 minutos.

Algunos de los indicadores de logro relacionados anteriormente se consideran fundamentales y serán imprescindibles, aunque no suficientes, para poder obtener una calificación de aprobado en la asignatura. En cada una de las pruebas de evaluación serán señalados adecuadamente.

Únicamente los alumnos que no realicen ninguna prueba o se acojan a la modalidad de solo examen final y no realicen este serán evaluados como “no presentados”.

Evaluación Sumativa:

- Evaluación continua: Aula. 5%
- Evaluación continua: Aula de exámenes. 80%
- Evaluación continua: Laboratorio. 15%
- Evaluación solo examen final: Aula de exámenes. 85%
- Evaluación solo examen final: Laboratorio. 15%

Criterios de Calificación:

1) Evaluación continua:

Para aprobar por evaluación continua el alumno deberá presentarse a las cuatro pruebas (1 a 4) de una hora de duración, abajo detalladas y obtener una calificación igual o superior a 2 puntos sobre 10 en cada una de ellas. También, la nota mínima requerida para superar las prácticas de Laboratorio será de 5 puntos sobre 10.

La nota final se obtendrá realizando una media ponderada según el porcentaje aproximado reflejado a continuación:

- Prueba 1 Ejercicios +Teoría (Calificación Mecanizada) (10%) Semana 4
- Prueba 2 Problema (Calificación Manual o Mecanizada) (15%) Semana 8
- Prueba 3 Problema +Teoría (Calificación Manual o Mecanizada) (20%) Semana 12
- Prueba 4 Teoría+ Problema Calificación Manual (35%) Semana 16

Participación en las actividades de clase y la correcta secuenciación del aprendizaje (5%)

Prácticas de Laboratorio (15%).

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mayor o igual a 5 puntos. Los alumnos que no habiendo alcanzado esta calificación hayan demostrado aprovechamiento en la asignatura, podrán realizar un examen global de la misma al terminar el semestre. Dicho examen coincidirá con el examen final.

2) Examen final. Convocatoria ordinaria:

Para la convocatoria ordinaria se realizará un examen final, consistente en una prueba de teoría y 2 problemas, calificada cada parte independientemente sobre 10. Para hacer media, la nota mínima en cada una de estas pruebas deberá ser igual o superior a 2 sobre 10. La nota del examen prácticas de Laboratorio deberá ser igual o superior a 2.

- Teoría (25%)
- Problema 1 (30%)
- Problema 2 (30%)

Examen de prácticas de Laboratorio (15%)

Se aprobará con una media ponderada igual o superior a 5.

3) Examen final. Convocatoria extraordinaria:

Para la convocatoria ordinaria se realizará un examen final, consistente en una prueba de teoría y 2 problemas, calificada cada parte independientemente sobre 10. Para hacer media, la nota mínima en cada una de estas pruebas deberá ser igual o superior a 2. La nota del examen de prácticas de Laboratorio deberá ser igual o superior a 2.

- Teoría (25%)
- Problema 1 (30%)
- Problema 2 (30%)
- Examen de prácticas de Laboratorio (15%)

Se aprobará con una media ponderada igual o superior a 5.

4) Prácticas de laboratorio (opción evaluación continua). Se propondrán varias prácticas de laboratorio, cuya nota se conservará únicamente hasta la convocatoria ordinaria correspondiente al curso académico en el que se realizaron. En las siguientes convocatorias deberá realizarse un examen de prácticas de Laboratorio cuyo peso en la nota final se ha especificado en los párrafos anteriores.

Las prácticas de Laboratorio se evaluarán con los criterios siguientes:

- Cuestionario eliminatorio sobre el guión de las prácticas (10%)
- Realización de la totalidad de las mismas (35%)
- Entrega de las memorias solicitadas tras su realización (55%)

5) Examen de prácticas de laboratorio (opción examen final).

- Cuestiones sobre el conjunto de prácticas propuesto (40%)
- Realización de una práctica y elaboración de resultados (60%)

En total, se ofrecen al alumno 54 horas de clase: 48 en aula y 6 en laboratorio.

Evaluación Formativa (trabajo autónomo):

1) Cuestionarios de autoevaluación (Plataforma virtual de enseñanza, Moodle)

Periódicamente se propondrán cuestionarios de autoevaluación en la plataforma virtual de enseñanza. Permitirán al alumno comprobar la asimilación de conocimientos y preparar las pruebas correspondientes a la evaluación. Su realización con aprovechamiento puede aumentar la nota final, hasta en 2 puntos, de aquellos alumnos que hayan aprobado, siempre que hayan realizado el 80%, o más, de dichos cuestionarios.