

19-20

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## AMPLIACIÓN DE TERMODINÁMICA Y TERMOTECNIA

CÓDIGO 28806536

Ambito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el  
Código Seguro de Verificación (CSV) en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664D6D8329AB30C16A17B8F2F3A90A03

uned

19-20

AMPLIACIÓN DE TERMODINÁMICA Y  
TERMOTECNIA

CÓDIGO 28806536

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA  
ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
ADENDA AL SISTEMA DE EVALUACIÓN CON MOTIVO DE LA  
PANDEMIA COVID 19

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el  
"Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664FD68329AB30C16A17B8FE2F3A90A03

Nombre de la asignatura	AMPLIACIÓN DE TERMODINÁMICA Y TERMOTECNIA
Código	28806536
Curso académico	2019/2020
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125.0
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

El estudiante ha adquirido en sus estudios de Grado conocimientos de termodinámica aplicables a sustancias puras o mezclas de composición constante, sin embargo, quedan cuestiones fundamentales sin resolver en la comprensión de los sistemas y de los procesos reales involucrados en el funcionamiento, diseño y construcción de las máquinas térmicas y de los equipos térmicos asociados a las mismas.

¿Qué ocurre cuando el sistema es una mezcla, disolución o coexisten distintas fases? ¿Qué ocurre cuando la composición del sistema es variable, debido, por ejemplo, a reacciones químicas?. ¿Qué sabemos sobre equilibrio y estabilidad?. Y lo que resulta más importante, ¿podemos aplicar las formulaciones aprendidas para la energía interna, la entalpía, la entropía, etc?. ¿Necesitamos de formulaciones adicionales para el tratamiento de este tipo de sistemas?.

Durante el desarrollo de los contenidos de la asignatura se tratarán los fundamentos termodinámicos asociados a los procesos en los que están involucradas mezclas y sistemas de composición variable. Se dotará al estudiante de herramientas para su formulación matemática, buscando su aplicación a sustancias y procesos de interés en ingeniería: procesos de combustión (presentes en generadores de calor y motores), disoluciones (máquinas frigoríficas de absorción), mezclas (refrigerantes usados en máquinas frigoríficas de compresión mecánica), mezclas de gases (psicrometría), etc.

La asignatura "Ampliación de Termodinámica y Termotecnia" se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso del Máster de Ingeniería Industrial. Se trata de una asignatura obligatoria únicamente para el itinerario de Ingeniería Energética, con una carga lectiva de cinco créditos ECTS.

Como ya se indicó en la presentación, el estudio de la Termodinámica de mezclas y de la Termodinámica de sistemas de composición variable resulta fundamental para comprender los procesos involucrados en las máquinas y motores térmicos: procesos de combustión, presentes en generadores de calor y en motores, disoluciones (máquinas de absorción) mezclas de gases (psicrometría), etc.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



664ED68329AB30C16A17B8F2F3A90A03

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Los conocimientos previos que se precisan para afrontar con éxito el estudio de esta asignatura se adquieren fundamentalmente en la asignatura de **Termodinámica**, obligatoria en todos los grados en Ingeniería Industrial (Mecánica, Eléctrica, Electrónica y Tecnologías Industriales) que se imparten en la UNED.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	FERNANDO VARELA DIEZ (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	fvarela@ind.uned.es
Teléfono	91398-6468
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos	ALICIA MAYORAL ESTEBAN
Correo Electrónico	amayoral@ind.uned.es
Teléfono	91398-6461
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El alumno podrá dirigirse al Equipo Docente de la asignatura a través de los foros habilitados al efecto en el curso virtual, en todo momento, o bien mediante consulta presencial o telefónica durante el horario de guardia que se indica a continuación.

La **dirección postal** es la siguiente:

ETS de Ingenieros Industriales (UNED)  
Despacho 2.20  
C/ Juan del Rosal, 12 (28040-Madrid)

**Horario de guardia:**

**Dra. Dña. Alicia MAYORAL ESTEBAN (Prof. Contratada Doctora)**

Martes de 16:00 a 18:00 horas, y miércoles de 12:00 a 14:00 horas.

Teléfono: 91 398 6465

E-mail: [amayoral@ind.uned.es](mailto:amayoral@ind.uned.es)

Despacho 2.25 E.T.S. Ingenieros Industriales

**Dr. D. Fernando VARELA DÍEZ (Prof. Titular de Universidad)**

Miércoles de 10:00 a 14:00 horas

Teléfono: 91 398 6468

E-mail: [fvarela@ind.uned.es](mailto:fvarela@ind.uned.es)

Despacho 2.20 E.T.S. Ingenieros Industriales

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664ED6D8329AB30C16A17B8F2F3A90A03

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### Competencias Generales:

CG1 - Iniciativa y motivación

CG2 - Planificación y organización

CG3 - Manejo adecuado del tiempo

CG4 - Análisis y síntesis

CG5 - Aplicación de los conocimientos a la práctica

CG6 - Resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos

CG7 - Pensamiento creativo

CG8 - Razonamiento crítico

CG9 - Toma de decisiones

CG10 - Seguimiento, monitorización y evaluación del trabajo propio o de otros

CG11 - Aplicación de medidas de mejora

CG12 -Innovación

CG13 - Comunicación y expresión escrita

CG14 - Comunicación y expresión oral

CG15 - Comunicación y expresión en otras lenguas

CG16 - Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica

CG17 - Competencia en el uso de las TIC

CG18 - Competencia en la búsqueda de la información relevante

CG19 - Competencia en la gestión y organización de la información

CG20 - Competencia en la recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación

CG21 - Habilidad para coordinarse con el trabajo de otros

CG22 - Habilidad para negociar de forma eficaz

CG23 - Habilidad para la mediación y resolución de conflictos

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664FD68329AB30C16A17B8FE2F3A90A03

CG24 - Habilidad para coordinar grupos de trabajo

CG25 - Liderazgo

CG26 - Conocimiento y práctica de las reglas del trabajo académico

CG27 - Compromiso ético y ética profesional

CG28 - Conocimiento, respeto y fomento de los valores fundamentales de las sociedades democráticas

CG29 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, mecánica de fluidos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.

CG30 - Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.

CG36 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

### Competencias Específicas:

CE5 - Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial

CE6 - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.

CE16 - Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.

CE23 - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

CE24 - Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería Industrial de naturaleza profesional en el que se sintetizan las competencias adquiridas en las enseñanzas.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Con el estudio de esta asignatura se pretende que el alumno llegue a comprender los fundamentos teóricos avanzados precisos para un análisis más complejo y preciso del funcionamiento de las máquinas térmicas y de los equipos asociados a las mismas, para lo cual se establecen los siguientes objetivos:

- Asimilar en profundidad los conceptos de variables de mezcla, propiedades molares parciales, ...
- Utilizar modelos para obtener propiedades de mezcla.
- Asimilar las técnicas precisas para efectuar balances de materia, energía, entropía y exergía en sistemas multicomponente con/sin reacciones químicas.

Los resultados de aprendizaje esperados, que indican el cumplimiento de dichos objetivos, son:

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664ED68329AB30C16A17B8FEF3A90A03

1. Saber evaluar propiedades de mezclas .
2. Saber efectuar balances de materia, energía, entropía y exergía en equipos concretos que se modelen como sistemas multicomponente con o sin reacciones químicas.
3. Saber analizar la eficiencia térmica y exergética de equipos, procesos y plantas.
4. Saber valorar los impactos sociales, económicos y ambientales de procesos y plantas.

## CONTENIDOS

### Bloque temático I: Sistemas homogéneos multicomponente

- Ecuaciones de estado de sistemas homogéneos multicomponente. Potencial Químico.
- Propiedades molares parciales
- Propiedades de Mezcla
- Fugacidad y Coeficiente de fugacidad de un componente en una mezcla
- Actividad y Coeficiente de actividad de un componente en una mezcla
- Modelos Ideales de Mezcla
- Modelo de Lewis-Randall
- Mezcla de Gases Ideales
- Propiedades en exceso
- Modelo de Henry
- Calor Integral y diferencial de disolución
- Propiedades coligativas: ascenso ebulloscópico, descenso crioscópico y presión osmótica

### Bloque temático II: Sistemas reactivos

#### 1. Sistemas Reactivos

- Función parcial de reacción
- Función normal de reacción
- Formulación del equilibrio químico. determinación de la constante de equilibrio
- Sistemas heterogéneos
- Sistemas plurirreacción
- Exergía Química

#### 1. Soluciones Iónicas. Fundamentos de la Pila de combustible

- Potencial químico de un electrolito. Potenciales iónicos
- Actividades iónicas
- Equilibrio de fases de un electrolito. Producto de solubilidad
- Ley de Debye-Hückel
- Propiedades coligativas



- Ley de Nernst

Bloque temático III: Equilibrio y estabilidad en sistema multicomponente

- Condición de equilibrio L-V
- Formulación práctica del equilibrio
- Equilibrio L-V en sistemas binarios a presiones moderadas
- Equilibrio L-V en sistemas binarios a altas presiones
- Equilibrio L-L

Bloque temático IV: Termodinámica estadística

- Sistema. Primer Principio. Irreversibilidad
- Microestado. Función de onda
- Estados cuánticos estacionarios
- Conjuntos Gibbsianos
- Postulado Estadístico
- Conjuntos microcanónico y Canónico
- Partículas independientes
- Entropía y estados accesibles
- Tercer Principio

## METODOLOGÍA

El estudio de cada uno de los temas debe comenzar con una **primera lectura** del resumen teórico incluido en el **curso virtual** de la asignatura, que permita identificar los objetivos específicos del mismo. Seguidamente se efectuará la **lectura comprensiva y detallada** del mismo, que permitirá la identificación y análisis de los puntos fundamentales, para después proceder al **estudio** propiamente dicho: elaboración de esquemas conceptuales y sinópticos, identificación de las relaciones del tema en estudio con otros anteriores, etc.

Cuando se estime que se ha comprendido el tema razonablemente, se pasará a la **resolución de ejercicios**, propuestos en el curso virtual, cuyas resoluciones se irán publicando en el mismo con una semana de diferencia, repasando todos aquellos conceptos que se hayan manifestado *oscuros* por algún *tropezamiento* en la resolución de los ejercicios.

La labor personal y continuada del alumno es imprescindible para el proceso de aprendizaje, **siendo aconsejable que resuelva de forma completa y personal el mayor número posible de ejercicios**. También es importante hacer un análisis de los resultados de los ejercicios, con el doble fin de relacionar unos procesos con otros y de adquirir un cierto *sentido de la medida*.

**Si después de un esfuerzo personal razonable no puede resolver algún ejercicio**, no dude en acudir a su tutor (si existe en su Centro Asociado) o bien, en cualquier caso, directamente al equipo docente de la asignatura en la Sede Académica Central (bien

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664FD68329AB30C16A17B8F2F3A90A03

personándose en la Escuela, bien a través del teléfono o bien a través de los **foros habilitados al efecto en el curso virtual**.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	4
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

Se permite todo tipo de material escrito y todo tipo de calculadoras.

### Criterios de evaluación

Se evaluarán los problemas propuestos teniendo en cuenta mayoritariamente el planteamiento, aunque también se valorará la obtención correcta de propiedades y algo menos la resolución numérica correcta del mismo.

% del examen sobre la nota final	20
Nota del examen para aprobar sin PEC	0
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	0

Comentarios y observaciones

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad Si

### Descripción

La prueba presencial es una prueba escrita consistente en la realización de un problema y dos o tres cuestiones teórico-prácticas (el número variará en función de su complejidad).

### Criterios de evaluación

Se evaluarán los problemas y cuestiones propuestas teniendo en cuenta mayoritariamente el planteamiento, aunque también se valorará la obtención correcta de propiedades y algo menos la resolución numérica correcta del mismo.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final La prueba presencial es siempre obligatoria. Si se realiza la evaluación continua, su peso en el total de la nota de la asignatura es del 20%, mientras que si no se realiza la evaluación continua, su peso es del 100%.

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664ED68329AB30C16A17B8F2F3A90A03

**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

Descripción

Se realizarán 4 PECs, una por cada bloque temático, que consistirán en una pequeña colección de problemas y cuestiones teórico prácticas concernientes al bloque temático que evalúa.

Criterios de evaluación

Se evaluarán los problemas propuestos teniendo en cuenta mayoritariamente el planteamiento, aunque también se valorará la obtención correcta de propiedades y algo menos la resolución numérica correcta del mismo.

Ponderación de la PEC en la nota final

Cada una de las pruebas contará hasta un 20% de la nota final, en total todas las PECs realizadas contarán hasta un 80%.

Fecha aproximada de entrega

PEC1/fecha 25/10/2018, PEC2/fecha 20/11/2018, PEC3/fecha 15/12/2018, PEC4/fecha 15/1/2019

Comentarios y observaciones

Para tener derecho a la evaluación continua, deben realizarse todas las PECs y la prueba presencial.

La nota de las PECs se sumará independientemente de que estén aprobadas o suspensas.

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La nota final se obtiene:

**Si se ha realizado la evaluación continua (todas las PECs), se calcula la nota final como:**

**Nota =  $\max(0, 2 \cdot \text{PEC1} + 0, 2 \cdot \text{PEC2} + 0, 2 \cdot \text{PEC3} + 0, 2 \cdot \text{PEC4} + 0, 2 \cdot \text{PP}, \text{PP})$**

**siendo PP la nota de la prueba presencial, PEC1 la nota de la primera PEC, etc.**

**Si no, la nota final de la asignatura coincide con la nota de la prueba presencial.**

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664ED68329AB30C16A17B8F2F3A90A03

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

La bibliografía del curso se facilitará a través del curso virtual de la asignatura en forma de archivos PDF descargables, que cubren todo el temario.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9788473595438

Título:TERMODINÁMICA QUÍMICA (1º Edición)

Autor/es:L.M. López González ; J.M. Sala Lizarraga ;

Editorial:OCHOA

ISBN(13):9788474840834

Título:TERMODINÁMICA (2ª Edición)

Autor/es:J.M.Lacalle ; J.Turet ; Et Al ;

Editorial:Sección de Publicaciones de la E.T.S.I.I.

ISBN(13):9789701061473

Título:INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA EN INGENIERÍA QUÍMICA (7º Edición)

Autor/es:J.M. Smith ; M.M. Abbott ; H.C. Van Ness ;

Editorial:MCGRAWHILL

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

A través del curso virtual se suministrarán al alumno diversos materiales de interés para el estudio de la asignatura: resúmenes teóricos de los diversos temas, ejercicios propuestos, ejemplos de exámenes, etc.

El alumno puede efectuar consultas directas al Equipo docente de la asignatura personalmente durante el horario de guardias, por teléfono o a través de los foros habilitados al efecto en el curso virtual.

## ADENDA AL SISTEMA DE EVALUACIÓN CON MOTIVO DE LA PANDEMIA COVID 19

<https://app.uned.es/evacaldos/asignatura/adendasig/28806536>

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664FD6D8329AB30C16A17B8F2F3A90A03

sexo del titular que los desempeñe.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



664D6D8329AB30C16A17B8F2F3A90A03