

**PROGRAMA DEL CURSO
II-0606 TERMOFLUIDOS****II SEMESTRE DEL 2016**

Profesores(as):

Inga. Paola Gamboa Hernández - Sede Rodrigo Facio
Inga. Patricia Rodríguez Barrantes – Sede Interuniversitaria de Alajuela (Coordinadora)
M.Sc. Carlos Acosta Nassar – Sede de Occidente

GENERALIDADES DEL CURSO

GRUPO: 001
CRÉDITOS: 03

SEDE	Sede Rodrigo Facio	Sede Interuniversitaria de Alajuela	Sede de Occidente
TEORÍA	Lunes 16:00 a 18:50	Jueves 16:00 a 18:50	Viernes 10:00 a 12:00; de 13:00 a 14:50
LABORATORIO	Lunes 13:00 a 14:50	Viernes 10:00 a 11:50	Viernes 14:00 a 15:50
HORARIO CONSULTA (Previa cita)	Lunes 15:00 a 16:00; y Martes 14:00 a 17:00	Jueves 15:00 a 16:00; Y de 17:00 a 18:00	Viernes 8:00 a 10:00 Y 16:00 a 17:00

REQUISITOS: QU-0102; QU-0103; IE-0303; IM-0207; FS-0310; FS-0311; MA-1005
CORREQUISITOS: No

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso Termofluidos es un curso del sexto semestre de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, el cual busca que el estudiante obtenga conocimientos básicos de los principios involucrados en procesos químicos industriales y en la maquinaria de tipo industrial utilizada en los mismos. Estos conocimientos le permitirán tomar decisiones informadas, tendientes siempre a la mejora del proceso desde el punto de vista de efectividad, productividad y costos.

Este curso forma parte del área de Fundamentos de la Ingeniería, aportando principalmente para el diseño y toma de decisiones de cursos posteriores en el área de la Ingeniería de Operaciones.

Para el correcto aprendizaje de los conocimientos y habilidades esperados al finalizar este curso se requiere que el estudiante posea de previo, conocimientos en Química, Física y de relaciones matemáticas, conceptos como las interrelaciones de las moléculas, composición de las sustancias, Mecánica, Electrotécnia, relacionado a la interacción de fuerzas y energías.

OBJETIVOS**Objetivo general:**

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de aplicar la base teórico-práctica de los principios fundamentales de la termodinámica, la mecánica de fluidos y la transferencia de calor, en forma lógica y ordenada para el análisis y la solución de problemas reales en procesos industriales.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

1. Identificar y conocer propiedades propias de fluidos y sustancias puras, con el fin de comprender las calidades de las sustancias y sus usos en la generación de energía.
2. Aplicar las leyes y principios básicos de la termodinámica, para la solución de problemas de ingeniería.
3. Aplicar los principios y fundamentos de la mecánica de fluidos, para la solución de problemas básicos de transporte de fluidos.
4. Aplicar las bases de los procesos de transferencia de calor, para la solución de situaciones reales en la industria.
5. Interpretar y utilizar gráficas y tablas propias de los temas estudiados, con el fin de ser aplicadas para la solución de los problemas planteados.
6. Seleccionar y aplicar modelos cuantitativos apropiados, para el análisis y la solución de problemas planteados.

ATRIBUTOS DEL PERFIL DEL GRADUADO

Como parte del curso de Termofluidos, se aporta en la formación de uno de los atributos del perfil del graduado.

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Seleccionar y aplicar modelos cuantitativos apropiados para el análisis y la solución de problemas. (HA-3 – Habilidad Analítica)

ACTIVIDADES

Semana 1: 8 al 13 de agosto

- Lectura de la carta al estudiante.
- Indicaciones generales del curso.
- Aplicaciones de la termodinámica, mecánica de fluidos y transferencia de calor, y su importancia para la ingeniería industrial.
- Dimensiones y unidades. Sistemas de unidades. Conversiones.
- Guía para la resolución de problemas.

Termodinámica

1. Fundamentos de termodinámica

- Sistemas, masa de control y volumen de control.



- Propiedades de un sistema. Propiedades extensivas e intensivas.
- Procesos y ciclos.
- Estado y ecuación de estado.
- Equilibrio termodinámico.
- Ley cero de la termodinámica. Temperatura relativa y absoluta.
- Efecto de la presión en fluidos estáticos.
- Manómetros y medición de presión.

Semana 2: 15 al 20 de agostoTermodinámica2. Propiedades de sustancias puras

- Sustancias puras. Fases de sustancias puras.
- Propiedades de sustancias puras.
- Equilibrio líquido-vapor. Diagramas de Fases. Diagramas T-P, T-v, P-v
- Tablas de propiedades de sustancias puras.
- Gases Ideales. Ecuación de estado del gas ideal.

Laboratorio 1A: Presión de saturación.

Semana 3: 22 al 27 de agostoTermodinámica3. Primera ley de la termodinámica

- Formas de energía.
- Transferencia de energía por calor.
- Transferencia de energía por trabajo.
- La primera ley de la termodinámica.
- Eficiencia de conversión de energía.

4. Análisis de energía en sistemas cerrados

- Sistemas rígidos. Sistemas de frontera móvil.
- Trabajo de frontera móvil.
- Balance de energía en sistemas cerrados.

Laboratorio 1B: Presión de saturación.
Presentación #1. Tema especial.**Semana 4:** 29 al 2 de setiembreTermodinámica4. Análisis de energía en sistemas cerrados

- Balance de energía en sistemas cerrados.
- Calores específicos.
- Energía interna y entalpía de gases ideales, líquidos y sólidos.

Laboratorio 2A: Intercambiadores de calor.
(Planta Piloto, CITA)

Semana 5: 5 al 10 de setiembreTermodinámica5. Análisis de masa y energía en sistemas abiertos

- Balances de masa
- Energía de fluidos en movimiento. Trabajo de flujo.
- Estado estable. Flujo estacionario
- Análisis de energía en sistema abiertos de flujo estacionario.

Laboratorio 2B: Intercambiadores de calor.

Semana 6: 12 al 17 de setiembreTermodinámica5. Análisis de masa y energía en sistemas abiertos

- Análisis de energía en sistema abiertos de flujo estacionario.
- Aplicaciones en dispositivos de flujo estacionario.
- Análisis de energía en sistemas de flujo no estacionario.

Incluir actividades a desarrollar para el abordaje del contenido.

Semana 7: 19 al 24 de setiembre

Repaso contenidos 1 a 4

I Examen Parcial

Semana 8: 26 al 1 de octubreTermodinámica6. Segunda ley de la termodinámica

- Máquinas térmicas y enunciado de Kelvin Planck.
- Refrigeradores, bombas de calor y enunciado de Clausius.
- Procesos reversibles e irreversibles.
- El ciclo de Carnot.

Incluir actividades a desarrollar para el abordaje del contenido

Semana 9: 3 al 8 de octubreTermodinámica7. Entropía

- El principio de aumento de la entropía.
- Cambio de entropía en sustancias puras.
- Procesos isentrópicos. Diagramas T-s, h-s, P-s.
- Cambio de entropía de gases ideales, líquidos y sólidos.
- Trabajo reversible y en flujo estacionario.
- Análisis aproximado de sistemas reales con sistemas isentrópicos.

Incluir actividades a desarrollar para el abordaje del contenido



- Balance de entropía.

Semana 10: 10 al 15 de octubreTermodinámica7. Entropía

- Análisis aproximado de sistemas reales con sistemas isoentrópicos.
- Balance de entropía.

Incluir actividades a desarrollar para el abordaje del contenido

Semana 11: 17 al 22 de octubre

Repaso contenidos 5 a 7

II Examen Parcial

Semana 12: 24 al 29 de octubreMecánica de fluidos8. Propiedades de fluidos

- Clasificación de tipos de flujos.
- Presión de vapor y cavitación.
- Viscosidad.
- Tensión superficial y efecto de capilaridad.

9. Ecuación de Bernoulli y ecuación general de energía

- Ecuación de Continuidad.
- Ecuación de Bernoulli.
- Ecuación general de la energía.
- Análisis de sistemas en estado estable.
- Análisis del vaciado y llenado de tanques mediante flujo uniforme.

Incluir actividades a desarrollar para el abordaje del contenido

Semana 13: 31 al 5 de noviembreMecánica de fluidos10. Flujo interno

- Flujo laminar y flujo turbulento.
- Pérdidas mayores y pérdidas menores.
- Sistemas de tuberías en serie y en paralelo.
- Selección de bombas.

Incluir actividades a desarrollar para el abordaje del contenido

Semana 14: 7 al 12 de noviembreTransferencia de calor11. Mecanismos de transferencia de calor

- Mecanismos de transferencia de calor.
- Conducción. Convección. Radiación.
- Mecanismos simultáneos de transferencia de calor.

Incluir actividades a desarrollar para el abordaje del contenido

Semana 15: 14 al 19 de noviembre

Transferencia de calor12. Conducción de calor en estado estable

- Conducción de calor en paredes planas
- Resistencia térmica por contacto
- Conducción de calor en cilindros y esferas
- Relación crítica de aislamiento

Incluir actividades a desarrollar para el abordaje del contenido

Semana 16: 21 al 26 de noviembre
Repaso contenidos 9 a 12

III Examen Parcial

PROFESORES(AS)

Sede Rodrigo Facio:

Nombre: Inga. Paola Gamboa Hernández

Oficina: Cuarto piso, Torre de Ingeniería

Teléfonos: 2511-6695 / 8832-8787

Correo electrónico: paola.gamboa@ucr.ac.cr / paogamboa@gmail.com

Perfil profesional y académico del profesor: Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica;

Candidata Master en Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica.

Profesor de la carrera de Ingeniería Industrial desde el año 2006. Director y lector de proyectos finales de graduación, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica. Más de 10 años de experiencia en proyectos de innovación en instituciones públicas y asesorías en empresas privadas.

Sede Interuniversitaria de Alajuela:

Nombre: Inga. Patricia Rodríguez Barrantes

Oficina:

Teléfonos:

Correo electrónico:

Perfil profesional y académico del profesor: Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica;

Sede de Occidente:

Nombre: Fís. Carlos Acosta Nassar, B.Sc., M.Sc.

Oficina: Aula Ingeniería Industrial

Teléfonos: 8381-0840

Correo electrónico: termofluidos.ii.2016@gmail.com

Perfil profesional y académico del profesor:

METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

El presente curso se desarrolla principalmente utilizando una metodología de clase magistral, seguida de espacio para el desarrollo de ejercicios prácticos en clase. Se realizarán exposiciones de temas especiales por parte de los estudiantes que complementen la aplicabilidad de los temas teóricos del curso.



El laboratorio complementa la parte práctica, logrando la ejecución de los estudiantes de prácticas que ejemplifican algunos de los conceptos de la teoría.

Se utiliza Mediación Virtual, como apoyo a la docencia, siendo un medio para facilitar material del curso, así como el medio oficial para la entrega de las asignaciones. El acceso al curso se hace por medio de la plataforma, buscando el nombre y código del curso, y con la contraseña indicada por la profesora.

EVALUACIÓN

I Examen Parcial	23%
II Examen Parcial	23%
III Examen Parcial	23%
Tareas	8%
Tema especial	8%
Laboratorio	15%

Examen	Fecha	Contenidos
<i>I Examen Parcial</i>	Viernes 23 de setiembre, 10 am	1-4
<i>II Examen Parcial</i>	Viernes 21 de octubre, 10 am	5-7
<i>III Examen Parcial</i>	Viernes 25 de noviembre, 10 am	8-12
<i>Examen de Ampliación</i>	Viernes 9 de diciembre, 10 am	1-12

LABORATORIO

La parte práctica del curso se desarrollará en diferentes laboratorios dentro de las instalaciones de la Universidad. Se llevarán a cabo cinco prácticas de laboratorio.

Cada práctica se realizará con base en la descripción correspondiente, presentada y descrita en el manual de la práctica entregado por la profesora, así como en el análisis y discusión que se realiza en la primera hora de la clase de laboratorio.

Para cada práctica el estudiante debe confeccionar un **Pre-reporte**, basado en una investigación previa y la planificación de la práctica. Antes de llegar al laboratorio, los estudiantes deben llevar planificado su trabajo, de tal manera que realice de la mejor manera la toma de datos que corresponda en cada práctica.

El Pre-reporte debe contener:

1. Introducción	10 %
2. Revisión de conceptos básicos	25 %
3. Temas de investigación	25 %
4. Metodología experimental	
3.1 Procedimiento experimental	15 %
3.2 Materiales y equipos	10 %
4. Variables	
4.1 Variables dependientes	5 %
4.2 Variables independientes	5 %
5. Referencias bibliográficas	5 %



El Pre-reporte debe ser un documento conciso, de no más de 6 páginas.

Durante la realización de la práctica en el laboratorio, se deben anotar los datos obtenidos de las variables medidas y la información del equipo utilizado; así como todo dato que resulte indispensable para la elaboración del informe. Estos datos deberán ser revisados y firmados por la profesora o asistente del curso y adjuntarse al informe en la sección de Anexos.

Luego de realizada la práctica se entregará un **Informe de laboratorio**, con el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio, las conclusiones de la práctica y las recomendaciones.

El Informe de laboratorio debe contener:

1. Resultados obtenidos	20 %
2. Discusión de resultados	30 %
3. Conclusiones	20 %
4. Recomendaciones	10 %
5. Trabajo en laboratorio	10 %
6. Anexos	10 %

La sección de resultados obtenidos, debe contener las tablas de los resultados ya calculados para cada práctica y una explicación de cómo se calcularon dichos resultados con un ejemplo de cálculo detallado.

En cuanto a lo que se refiere la discusión de resultados debe contener la respuesta a las preguntas que se indiquen en la guía de la práctica, además de una discusión del por qué algún resultado pudo haber sido diferente a lo esperado.

En las conclusiones, deben anotarse de forma concisa las mismas. Y en las recomendaciones se esperan anotaciones concisas para mejorar la práctica.

Las referencias bibliográficas deben ser más de una y siempre respetar el formato APA.

Cualquier imagen tomada en la práctica debe venir en los Anexos, junto con la hoja de datos firmada por la profesora.

El Informe no debe exceder las 10 páginas.

Normas de trabajo, seguridad y aprobación de los laboratorios:

- Todo y toda estudiante debe aprobar la parte de laboratorio con nota de 70,0 o superior para la aprobación del curso.
- La asistencia y la realización de **todas** las prácticas y actividades que se desarrollen **ES OBLIGATORIA, sin excepción**.
- Los y las estudiantes que incumplan con alguna de las normas aquí dispuestas no podrán realizar la práctica, ni reponerla.
- En caso de ausencia, ésta debe ser justificada formalmente.
- No se realizará la reposición de prácticas fuera de las fechas programadas.
- Cualquier cambio en el calendario de las prácticas debido a situaciones fuera de control en los laboratorios correspondientes, será comunicado oficialmente por la profesora.
- Para la realización de las prácticas, los y las estudiantes deben presentarse con pantalón largo, zapatos cerrados que no sean de tela y cabello recogido.



- El uso de gabacha de manga larga y lentes de seguridad es obligatorio para el desarrollo de la práctica. La gabacha debe llevarse cerrada en todo momento.
- Cuando se trabaje en cada uno de los laboratorios, deben respetarse las normas específicas que en el lugar se indiquen, por ejemplo el uso de malla protectora para cabello y botas de seguridad.
- No se permite el uso de teléfono celular durante las prácticas, excepto para su uso en la misma.

Evaluación del laboratorio:

Pre-reportes	3 %
Exámenes Cortos	5 %
Informes de laboratorio	7%

BIBLIOGRAFÍA

Libro de texto:

Cengel, Y. A., Cimbala, J. M. & Turner, R. H. (2012). *Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences*. Singapore: McGrawHill.

Otros libros de consulta:

Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2012). *Termodinámica*. México: McGrawHill.

Cengel, Y. A. & Ghajar, A. J. (2011). *Transferencia de calor y masa. Fundamentos y aplicaciones*. México: McGrawHill.

Cengel, Y. A. & Cimbala, J. M. (2010). *Mecánica de fluidos. Fundamentos y aplicaciones*. México: McGrawHill.

Mott, L. R. (2006). *Mecánica de fluidos*. México: Pearson Educación.

Van Wylen, G. J. (2008). *Fundamentos de Termodinámica*. México: Editorial Limusa.

