



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 14 de diciembre de 2023.-

VISTO el Expediente ID N° 8156526, relacionado con la presentación del Programa Analítico de la asignatura "Termodinámica", correspondiente a la carrera Ingeniería Química – Plan 2023, y

CONSIDERANDO

Que la presentación realizada obedece a la implementación del nuevo Diseño Curricular aprobado por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional – Ordenanza CSU 1875.

Que dicho Programa Analítico cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza analizó el Expediente y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura "Termodinámica" de la carrera Ingeniería Química– Plan 2023, que se agrega como Anexo I de la presente resolución.

ARTÍCULO 2º.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 731

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

Ing. Rubén Fernando CICCARELLI
Decano

Ing. Antonio Luis MUIÑOS
Secretario Académico

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Termodinámica

Programa analítico - Plan 2023 (Ord. N° 1875)

Datos administrativos de la asignatura

Nivel en la carrera:	III	Modalidad de dictado:	Anual
Plan:	2023	Tipo de asignatura:	De la especialidad
Bloque de conocimiento:	Tecnologías básicas		
Área de conocimiento:	Básicas de la especialidad		
Carga horaria presencial semanal:	4 hs. cátedra	Carga horaria total:	96 hs. reloj
Carga horaria no presencial semanal:	0 hs. reloj	% de horas reloj no presenciales:	0 %

Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursada/s:

- Química Inorgánica
- Análisis Matemático II
- Física II

Para cursar y rendir debe tener aprobada/s:

- Análisis Matemático I
- Química

Asignaturas correlativas posteriores

Asignatura/s que la requieren cursada:

- Operaciones Unitarias I
- Tecnología de la Energía Térmica
- Operaciones Unitarias II
- Ingeniería de las Reacciones Químicas

Asignatura/s que la requieren aprobada:

- Proyecto Final

Presentación. Fundamentación.

La Termodinámica abarca principios esenciales que explican y rigen la transformación de diferentes formas de energía en sistemas cerrados y abiertos, lo que resulta crítico en el diseño y análisis de procesos químicos y sistemas de ingeniería. Al adquirir conocimientos sobre las leyes y principios termodinámicos, los y las estudiantes de Ingeniería Química desarrollan al mismo tiempo habilidades cruciales para analizar y resolver problemas complejos en la futura práctica profesional, predecir el comportamiento de sistemas en equilibrio y no equilibrio, cuantificar la eficiencia energética de los procesos y diseñar sistemas que cumplan con requisitos específicos de rendimiento y sostenibilidad. Además, la Termodinámica fomenta la capacidad de pensar de manera crítica y aplicar conceptos fundamentales a situaciones prácticas mediante técnicas y herramientas de la especialidad, promoviendo así la destreza para

enfrentar desafíos reales en la industria de procesos. A través de estos conocimientos, capacidades y habilidades, los futuros ingenieros y las futuras ingenieras podrán abordar con éxito los desafíos tecnológicos y científicos en el campo de la Ingeniería Química y contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad.

Objetivos establecidos en el DC

- Reconocer las leyes de la termodinámica para el análisis y cálculo de las relaciones entre trabajo, calor y energía.
- Estimar propiedades termofísicas de sustancias puras para su aplicación en la evaluación de propiedades termodinámicas.
- Evaluar las propiedades termodinámicas de sustancias puras para su utilización en el cálculo ingenieril.
- Analizar ciclos termodinámicos para la interpretación de la conversión entre trabajo, calor y energía.
- Analizar el equilibrio de fases para su aplicación en ciclos termodinámicos.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Competencias genéricas tecnológicas (CG):	Nivel de aporte
CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Alto
CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Alto
Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)	Nivel de aporte
CG.6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Medio
CG.7. Comunicarse con efectividad.	Medio
Competencias específicas de la carrera	Nivel de aporte
CE.1. Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	Medio

Contenidos mínimos establecidos en el DC

- Trabajo, calor y energía.
- Leyes de la termodinámica.
- Entropía y exergía.
- Procesos reversibles e irreversibles.
- Gases y sustancias puras, ecuaciones de estado. Equilibrio de fases.
- Estimación de propiedades termofísicas.

- Conversión entre trabajo y calor. Análisis de ciclos termodinámicos.

Contenidos desarrollados

Eje conceptual Nº 1. Conceptos fundamentales de termodinámica (4,5 horas reloj).

Contenidos: Clases de sistemas: abiertos, cerrados y aislados. Variables de estado. Procesos. Ciclos. Propiedades extensivas e intensivas. Concepto de temperatura. Escalas de temperatura. Ley Cero de la Termodinámica.

Eje conceptual Nº 2. Propiedades termodinámicas (4,5 horas reloj).

Contenidos: Energía y sus transformaciones. Conceptos de energía interna, energía cinética, energía potencial, energía libre, entalpía, entropía y sus propiedades. Introducción a los conceptos de trabajo y calor. Relaciones entre propiedades termodinámicas. Estimación de propiedades de sustancias puras en fase líquida, sólida, vapor y gas. Ecuaciones de estado. Propiedades críticas. Propiedades reducidas. Estados de referencia.

Eje conceptual Nº 3. Diagramas termodinámicos (9 horas reloj).

Contenidos: Estados: sólido, líquido subenfriado, líquido saturado, vapor saturado, vapor sobrecalentado, vapor húmedo y título, gas, fluido supercrítico. Diagramas P-v-T en 3 dimensiones. Proyecciones en 2 dimensiones: P-T, P-v, v-T. Diagramas T-s, P-h, h-s (Mollier). Diagramas P-v, T-s y P-h para gases. Representación de procesos y ciclos típicos en diagramas termodinámicos.

Eje conceptual Nº 4. Primer principio de la termodinámica (24 horas reloj).

Contenidos: Necesidad y naturaleza del primer principio. Conservación de la energía. Conceptos de energía interna, trabajo y calor desde el punto de vista del primer principio. Primer principio para sistemas cerrados. Primer principio para sistemas abiertos en régimen estacionario y transitorio. Expresiones diferenciales e integradas. Aplicación de balances de energía a distintas operaciones ingenieriles típicas. Expresiones de rendimiento térmico.

Eje conceptual Nº 5. Segundo principio de la termodinámica (24 horas reloj).

Contenidos: Necesidad y naturaleza del segundo principio. Reversibilidad e irreversibilidad de transformaciones. Enunciado de Carnot. Máquinas térmicas, máquinas frigoríficas y bombas de calor reversibles e irreversibles. Enunciados de Plank-Kelvin y Clausius. Escala termodinámica de temperatura. Concepto de entropía desde el punto de vista del segundo principio. Entropía e irreversibilidad. Balance entrópico para sistemas cerrados y para sistemas abiertos en régimen estacionario y transitorio. Concepto de exergía y sus propiedades. Balance exergético para sistemas cerrados y para sistemas abiertos en régimen estacionario y transitorio. Aplicación de balances de entropía y exergía a distintas operaciones ingenieriles típicas. Expresiones de rendimiento entrópico y exergético.

Eje conceptual Nº 6. Análisis termodinámico de procesos (30 horas reloj).

Contenidos: Ciclos de máquinas térmicas a vapor. Ciclo Rankine. Sobrecalentamiento. Ciclo regenerativo. Múltiples niveles de vapor y extracciones. Ciclos frigoríficos. Ciclo de régimen seco y de régimen húmedo. Coeficiente de efecto frigorífico. Ciclos frigoríficos de absorción. Ciclos frigoríficos con gases permanentes. Ciclos de motores a gas. Ciclo Otto. Ciclo Diesel. Ciclo Joule-Brayton. Ciclos Brayton de turbina de gas, con múltiples etapas y regenerativos. Ciclos combinados. Intercambio de Calor. Diferencia mínima de temperatura. Influencia en el calor transferido y en el área de intercambio necesaria. Análisis de procesos ingenieriles complejos desde el punto de vista del primer y segundo principios de la termodinámica.

Bibliografía obligatoria:

Çengel, Y. A., Boles, M. A. (2015). Termodinámica, México: McGraw-Hill.

Moran, M. J., Shapiro, H. N. (2018). Fundamentos de termodinámica técnica. Barcelona: Reverté.

Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M., García, C. R. (2007). Introducción a la termodinámica en ingeniería química (No. 660.296 9 S724i 2003.). México: McGraw-Hill.

Wark, K., Richards, D. E. (2001). Termodinámica. Madrid: McGraw-Hill.

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

Çengel, Y. A., Boles, M. A. (2004). Transferencia de calor, México: McGraw-Hill.

Howell, J. R., Buckius, R. O. (1990). Principios de Termodinámica para Ingenieros. México: McGraw-Hill.

Muñoz Domínguez, M., Rovira de Antonio, A. J. (2014). Máquinas térmicas. Madrid: UNED.

Poling, B. E., Prausnitz, J. M., O'connell, J. P. (2001). The properties of gases and liquids. New York: McGraw-Hill Education.

Rodríguez, J. (2000). Introducción a la Termodinámica con algunas aplicaciones de ingeniería. Rosario: UTN FRRo.

Archives of Thermodynamics. Polonia: Polish Academy of Sciences. Recuperado 22 de noviembre de 2023. <https://journals.pan.pl/ather>

International Journal of Thermodynamics. Turquía: DergiPark Akademik. Recuperado 22 de noviembre de 2023. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijot>

Material, apuntes y recursos de cátedra disponibles en el campus virtual.

Metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación

El equipo docente diseña e implementa estrategias de aprendizaje activas y centradas en el estudiantado orientadas al desarrollo de las competencias de egreso, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el apartado 6 del Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Química. Se configuran también estrategias de evaluación formativas y sumativas, enunciándose las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder acreditar el desarrollo de las competencias indicadas en los niveles esperados. A los efectos, se especifican las modalidades de aprobación directa, aprobación no directa (regularización) y examen final de la asignatura. Estos apartados se describen en detalle en el plan anual de actividades de la asignatura.

Carrera: **Ingeniería Química**
Asignatura: **Termodinámica**
Planificación Ciclo Lectivo **2025**

Metodología y estrategias de enseñanza-aprendizaje. Generalidades.

Bajo un enfoque de educación basada en competencias, el eje principal de la asignatura es generar las condiciones adecuadas para promover un aprendizaje activo y centrado en el estudiante (Cukierman, U. (2018). Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería. Aseguramiento de la calidad y mejora en la educación en ingeniería: Experiencias en América Latina, Ed. ACOFI y CONFEDI), en donde el foco este puesto en lo que el/la estudiante hace para aprender, mientras que los docentes facilitan las estrategias y acciones necesarias para que sea el/la estudiante quien construya sus conocimientos, habilidades y capacidades. En este contexto, se utilizan las siguientes metodologías de aprendizaje: aprendizaje invertido; resolución de ejercicios y de problemas; estudio de casos; y aprendizaje basado en proyectos.

El planteo de la interacción de los diversos elementos de la asignatura se realiza bajo una estrategia de Aprendizaje mixto o Blended-learning (Bartolomé, A., García-Ruiz, R., y Aguaded, I. (2018). Blended learning: panorama y perspectivas. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 21(1), 33-56), que busca aprovechar los beneficios que provee el entorno virtual de aprendizaje de la universidad (i.e. el campus virtual), como parte funcional de los encuentros sincrónicos que se realizan tanto de forma presencial como mediados por tecnología. Adicionalmente, se programan instancias de Aprendizaje mediado por tecnologías, mediante reuniones sincrónicas por medio de plataformas de videoconferencia, a los fines de habilitar que los y las estudiantes puedan utilizar software específico en sus propias computadoras o notebooks para el planteo y resolución de casos de estudio diversos.

También se implementan en la asignatura diferentes instancias de Aprendizaje personalizado (Humanante Ramos, P. R., García-Peñalvo, F. J., & Conde González, M. Á. (2013). Entornos personales de aprendizaje y aulas virtuales: una experiencia con estudiantes universitarios), proporcionando recursos diversos que se adaptan al estilo de aprendizaje de cada estudiante, en la forma de contenidos interactivos, videos seleccionados de internet y generados ad-hoc, bibliografía sugerida, entre otros. En tal sentido, se busca proporcionar recursos equivalentes para cada temática, de forma que cada estudiante pueda acceder a los que le resulten de mayor utilidad para llevar adelante su proceso de aprendizaje y en sus propios tiempos.

Metodología y estrategias de evaluación. Generalidades.

Tipos de evaluación		Instrumentos y recursos de evaluación	
Finalidad o función	Agente evaluador		
☐ Diagnósticas	☒ Autoevaluación	☐ Clases	☒ Cuestionarios
☒ Formativas	☒ Heteroevaluación	☐ Trabajos prácticos	☒ Portafolios
☒ Sumativas	☒ Evaluación por pares	☒ Proyectos	☐ Exámenes parciales
	☐ Otra: -	☐ Exposiciones orales	☒ Otro: Informes

A los fines de que los y las estudiantes puedan demostrar su nivel de adquisición de las competencias a las que la asignatura busca aportar, y asimismo generar una retroalimentación significativa que les permita a los mismos mejorar sus procesos de aprendizaje de manera continua, se implementan diversas estrategias de evaluación que permitan recoger las evidencias relevantes.

Actividad A1. Formación Conceptual

Mediación pedagógica: Aprendizaje invertido, Estudio de casos

Estrategia de evaluación: Cuestionarios H5P - Autoevaluación, Formativa y Sumativa

Descripción: Para cada temática, se dispone un paquete interactivo H5P en el aula virtual de la asignatura, y se incentiva a los y las estudiantes a involucrarse en el proceso de aprendizaje de los conceptos correspondientes. Los paquetes incluyen uno o más videos explicativos generados por la cátedra, material bibliográfico, videos disponibles en internet, links de interés, y otros recursos adicionales. Cada paquete también incluye una serie de preguntas en modalidades diversas sobre los conceptos en cuestión, y un

caso de estudio de aplicación de dichos conceptos, ambos incluyendo retroalimentación significativa para cada respuesta propuesta. Se proveen fechas sugeridas para recorrer cada paquete en función del cronograma previsto de la asignatura, aunque los mismos se encuentran disponibles durante todo el ciclo lectivo.

Durante los encuentros sincrónicos, se utiliza el estudio de casos y el debate en grupos pequeños como hilo conductor para la discusión abierta de los conceptos.

Esta actividad requiere tiempo extra-áulico previo a cada temática para el acceso al paquete de contenido interactivo, en semanas específicas del ciclo lectivo, y tiempo áulico para la discusión de los correspondientes casos de estudio.

Actividad A2. Resolución de Ejercicios y de Problemas

Mediación pedagógica: Resolución de Ejercicios y de Problemas

Estrategia de evaluación: Estudio de casos Integradores en Grupos - Formativa y Sumativa

Descripción: Se plantean diversos ejercicios de aplicación y problemas de ingeniería de procesos, que actúan como hilo conductor para la profundización de las distintas temáticas abordadas en la asignatura, abordando su planteo y resolución en modalidad tanto individual como en grupos pequeños. Durante el proceso de resolución, se enfatiza el descubrimiento de las características de la situación propuesta en un proceso gradual de interpretación de la misma, el planteo de un procedimiento de resolución coherente, y el análisis e interpretación de las soluciones, argumentando y contextualizando los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos.

Se dispone de las guías "Ejercicios y Problemas", "Tablas y Gráficas", "Diagramas de Estado A3", "Catálogo de Refrigerantes", y "Resolución Propuesta de Problemas Seleccionados", que incluyen asimismo una descripción de la metodología de trabajo sugerida, así como los recursos necesarios para la resolución de los ejercicios y problemas propuestos. También se dispone de paquetes SCORM en el aula virtual de la asignatura como guía para la resolución de ejercicios y problemas diversos.

En relación con los ejes temáticos de la asignatura, se proponen casos de estudio de aplicación, incluyendo una serie de preguntas en modalidades diversas sobre aspectos relevantes del sistema respecto de los conceptos en cuestión. El primer caso de estudio se desarrolla durante una de las clases de la asignatura durante el Primer Cuatrimestre para los Ejes conceptuales N° 1, 2 y 3, y durante una de las clases de la asignatura durante el Segundo Cuatrimestre para las Ejes conceptuales N° 4 y 5. Al cierre de cada caso de estudio, se realiza la evaluación formativa y sumativa de las respuestas de cada grupo de estudiantes, y se habilita el acceso a retroalimentación significativa para cada respuesta propuesta.

Esta actividad requiere tiempo áulico para su realización, en semanas específicas del ciclo lectivo.

Actividad A3. Taller Procesos de Planta Piloto

Mediación pedagógica: Estudio de casos

Estrategia de evaluación: Informe - Evaluación por pares, Formativa y Sumativa

Descripción: Mediante la cooperación en grupos pequeños, se realiza el análisis de una operación de la Planta Piloto, incluyendo la definición de su objetivo, definición de las principales características de diseño, planteo de estrategias de operación, y contrastación con aplicaciones típicas en ingeniería de procesos. Cada grupo analiza la operación que crea conveniente para responder al requerimiento de un cliente y carga su informe en un Taller en el aula virtual de la asignatura. Se realiza la evaluación entre pares de los informes presentados, donde a cada estudiante se le asigna aleatoriamente 3 informes presentados por otros grupos a evaluar mediante una rúbrica que se da a conocer al principio de la actividad.

Esta actividad requiere tiempo áulico para una visita a Planta Piloto, en una instancia en el 2° cuatrimestre, y tiempo extra-áulico para la generación del informe técnico y el desarrollo del Taller.

Actividad A4. Proyecto Aplicado en Termodinámica

Mediación pedagógica: Aprendizaje basado en proyectos

Estrategia de evaluación: Portfolio - Heteroevaluación, Formativa y Sumativa

Descripción: Como una actividad a realizar en equipo, se plantea a los y las estudiantes proveer asesoramiento técnico a un cliente que requiere el diseño y puesta en marcha de una planta de potencia. Los y las estudiantes elaboran una propuesta de resolución a este requerimiento inicial, y además efectúan en distintos momentos o etapas las adaptaciones necesarias para abarcar objetivos adicionales que el cliente irá planteando. Dentro de los lineamientos mínimos proporcionados por la cátedra, cada equipo debe establecer metas de aprendizaje, elaborar un esquema de trabajo, investigar sobre los temas específicos necesarios para abordar el problema, recoger y analizar información relevante, y finalmente proponer una solución integral para el problema, lo cual conduce a construir nuevos aprendizajes, reelaborar sus propias ideas, debatir sobre posibles soluciones, y tomar decisiones. Cada equipo registra y organiza su producción a través de un portfolio conteniendo las producciones generadas, que constituyen los entregables finales del proyecto. El cierre de la actividad se realiza mediante una instancia de presentación y defensa de la propuesta técnica ofrecida al cliente, que puede adoptar formatos varios (presentación, video, etc.). Se realiza la evaluación del portfolio mediante una rúbrica que se da a conocer al principio de la actividad.

Esta actividad requiere tiempo áulico para su realización, en semanas específicas del ciclo lectivo, y extra-áulico para la generación de los respectivos documentos, a lo largo del ciclo lectivo.

Los y las estudiantes pueden acceder a los resultados de sus evaluaciones mediante el “Libro de calificaciones” personal del aula virtual. Las mismas quedan registradas en el aula virtual de la asignatura durante el ciclo lectivo actual.

Resultados de aprendizaje. Estrategias de enseñanza-aprendizaje y evaluación.

RA1| Calcular las propiedades termodinámicas que permitan explicar el sentido de evolución de las transformaciones naturales y hechas por el hombre, con el soporte de tablas, gráficas y/o software.

Relación del RA1 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ejes conceptuales relacionados con el RA1:

Eje conceptual N°1. Conceptos fundamentales de termodinámica

Eje conceptual N°2. Propiedades termodinámicas

Eje conceptual N°3. Diagramas termodinámicos

Actividades formativas relacionadas con el RA1:

A1. Formación conceptual

A2. Resolución de ejercicios y de problemas

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA1:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

I1. Representar los procesos que constituyen el sistema en diagramas de estado.

I2. Computar el valor de las propiedades termodinámicas relevantes para cada estado del sistema.

Técnicas/ herramientas de evaluación

- E1. Cuestionarios H5P (x 6) - Autoevaluación, Formativa y Sumativa.
E2. Estudio de Casos Integradores en Grupos - Formativa y Sumativa.

RA2| Utilizar balances basados en el primer principio de la termodinámica con la finalidad de interpretar los requerimientos energéticos de distintas operaciones y procesos ingenieriles.

Relación del RA2 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ejes conceptuales relacionados con el RA2:

Eje conceptual N°4. Primer principio de la termodinámica

Actividades formativas relacionadas con el RA2:

- A1. Formación conceptual
A2. Resolución de ejercicios y de problemas
A3. Taller Procesos de Planta Piloto

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA2:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

- I3. Plantear balances de energía del sistema bajo condiciones operativas diversas.
I4. Proponer expresiones y computar flujos de energía de interés.
I5. Plantear y calcular indicadores de la performance del sistema vinculados al primer principio.
I6. Evaluar el impacto del primer principio y de las condiciones de contorno en la performance del sistema.

Técnicas/ herramientas de evaluación

- E1. Cuestionarios H5P (x 3) - Autoevaluación, Formativa y Sumativa.
E3. Informe Taller Procesos de Planta Piloto - Evaluación por pares, Formativa y Sumativa.

RA3| Seleccionar estrategias asociadas al segundo principio de la termodinámica que permitan determinar la factibilidad y performance de aplicaciones ingenieriles, de acuerdo con las prácticas comunes implementadas en la industria.

Relación del RA3 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ejes conceptuales relacionados con el RA3:

Eje conceptual N°5. Segundo principio de la termodinámica

Actividades formativas relacionadas con el RA3:

A1. Formación conceptual

A2. Resolución de ejercicios y de problemas

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA3:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

I7. Plantear balances de entropía/ exergía del sistema bajo condiciones operativas diversas.

I8. Proponer expresiones y computar las irreversibilidades/ capacidad de generación de trabajo útil.

I9. Plantear y calcular indicadores de la performance del sistema vinculados al segundo principio.

I10. Evaluar el impacto del segundo principio y de las condiciones de contorno en la performance del sistema.

Técnicas/ herramientas de evaluación

E1. Cuestionarios H5P (x 3) - Autoevaluación, Formativa y Sumativa.

E2. Estudio de Casos Integradores en Grupos - Formativa y Sumativa.

RA4| Plantear estrategias de diseño y operación basadas en los principios de la termodinámica para mejorar las prestaciones y eficiencia energética de procesos ingenieriles, considerando el contexto socioeconómico y medioambiental en el que se encuentran insertos.

Relación del RA4 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ejes conceptuales relacionados con el RA4:

Eje conceptual N°6. Análisis termodinámico de procesos

Actividades formativas relacionadas con el RA4:

A1. Formación conceptual

A2. Resolución de ejercicios y de problemas

A4. Proyecto Aplicado en Termodinámica

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA4:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

I11. Proponer estrategias factibles para la mejora de las prestaciones/ eficiencia del sistema.

I12. Evaluar las ventajas y limitaciones de las estrategias propuestas para la mejora del sistema.

Técnicas/ herramientas de evaluación

E1. Cuestionarios H5P (x 3) - Autoevaluación, Formativa y Sumativa.

E4. Portfolio proyecto - Heteroevaluación de portfolio, Formativa y Sumativa.

RA5| Participar en las tareas acordadas por el equipo a los fines de desarrollar alternativas de solución factibles a problemáticas ingenieriles, utilizando recursos y herramientas específicas que posibiliten su comunicación efectiva a destinatarios diversos.

Relación del RA5 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ejes conceptuales relacionados con el RA5:

Eje conceptual N°1. Conceptos fundamentales de termodinámica

Eje conceptual N°2. Propiedades termodinámicas

Eje conceptual N°3. Diagramas termodinámicos

Eje conceptual N°4. Primer principio de la termodinámica

Eje conceptual N°5. Segundo principio de la termodinámica

Eje conceptual N°6. Análisis termodinámico de procesos

Actividades formativas relacionadas con el RA5:

A4. Proyecto Aplicado en Termodinámica

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA5:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

I13. Intervenir de forma activa en los espacios de encuentro del equipo, compartiendo y registrando conocimientos y experiencias, y realizando las tareas acordadas en los plazos requeridos.

I14. Organizar la información y utilizar un estilo adecuado de comunicación de la misma que facilite la comprensión por parte de destinatarios diversos en función de sus expectativas y conocimientos previos.

Técnicas/ herramientas de evaluación

E4. Portfolio proyecto - Heteroevaluación de portfolio, Formativa y Sumativa.

Distribución de la carga horaria

Tipo de formación	Tiempo (horas reloj)	
	Áulico	Extra-áulico
Teórico-práctica (conceptual)	27	22
Análisis y resolución de ejercicios y problemas tipo de ingeniería (cerrados)	24	10
Instancias supervisadas de formación práctica:		
▪ Formación experimental	0	0
▪ Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos (abiertos)	22,5	10
▪ Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.	22.5	20
Tiempo total	96	62

Recursos necesarios

Espacios físicos:

- | | |
|---|---|
| ☒ Aula | ☐ Laboratorio |
| ☐ Gabinete informático | ☒ Planta piloto |
| ☐ Otro: - | |

Recursos tecnológicos de apoyo:

- | | |
|--|---|
| ☒ Proyector multimedia | ☒ Software específico |
| ☒ Notebook/PC | ☒ Aplicaciones en celulares |
| ☐ Equipo de sonido | ☒ Acceso a internet |
| ☒ Aula virtual | ☐ Otro: - |

Recursos para desarrollar actividades en laboratorios, empresas, entre otros:

- | | |
|--|--|
| ☐ Elementos de protección (guardapolvo, gafas, guantes, etc.) | ☐ Equipos específicos |
| ☐ Reactivos específicos | ☐ Transporte |
| ☐ Material de vidrio | ☐ Seguro |
| ☐ Otro: - | |

Condiciones de aprobación

Condiciones de aprobación directa

Para acceder a esta instancia, el/la estudiante debe:

AD1. Cumplir con el requisito de asistencia según la reglamentación vigente.

AD2. Demostrar que ha alcanzado todos los resultados de aprendizaje durante el dictado de la asignatura. A tal fin, la calificación promedio ponderada final para las actividades registradas en el "Libro de calificaciones" personal de cada estudiante debe ser igual o superior a 6 (o de forma equivalente, 60 %).

AD3. Aprobar una (1) de las dos (2) instancias de Evaluación Integradora que se programan al final de la asignatura, con una calificación igual o superior a 6. Dicha Evaluación Integradora consiste en el planteo y resolución de un problema de ingeniería de procesos con base termodinámica, disponiendo a los efectos de los recursos necesarios (material bibliográfico, tablas, gráficas). Se realiza una heteroevaluación sumativa mediante un instrumento (rúbrica o guía de evaluación) que se da a conocer a cada estudiante en conjunto con la consigna.

La calificación final en la asignatura se determina considerando la calificación de la Evaluación Integradora, así como la calificación alcanzada en las actividades realizadas durante el cursado

Condiciones de aprobación no directa (derecho a examen final)

Para acceder a esta instancia, el/la estudiante debe:

AD1. Cumplir con el requisito de asistencia según la reglamentación vigente.

AD2. Demostrar que ha alcanzado todos los resultados de aprendizaje durante el dictado de la asignatura. A tal fin, la calificación promedio ponderada final para las actividades registradas en el "Libro de calificaciones" personal de cada estudiante debe ser igual o superior a 6 (o de forma equivalente, 60 %).

AND3. El/la estudiante que no alcance los resultados de aprendizaje durante el dictado de la asignatura deberá aprobar una (1) de las dos (2) instancias de Evaluación Recuperatoria que se programan al final de

la asignatura, con una calificación igual o superior a 6. Dicha Evaluación Recuperatoria consiste en la resolución numérica de un ejercicio tipo de ingeniería de procesos con base termodinámica, disponiendo a los efectos de los recursos necesarios (material bibliográfico, tablas, gráficas). Se realiza una heteroevaluación sumativa mediante un instrumento (rúbrica o guía de evaluación) que se da a conocer a cada estudiante en conjunto con la consigna.

Modalidad del examen final

El/la estudiante que haya alcanzado las condiciones de regularización, o que no habiéndolas alcanzado apruebe una (1) de las instancias de Evaluación Recuperatoria, para aprobar la asignatura deberá aprobar un (1) Examen Final, con una calificación igual o superior a 6. El Examen Final consiste en el planteo y resolución de un problema de ingeniería de procesos con base termodinámica, disponiendo a los efectos de los recursos necesarios (material bibliográfico, tablas, gráficas). Se realiza una heteroevaluación sumativa mediante un instrumento (rúbrica o guía de evaluación) que se da a conocer a cada estudiante en conjunto con la consigna.

La calificación final en la asignatura se determina considerando la calificación del Examen Final, así como la calificación alcanzada en las actividades realizadas durante el cursado.

Recomendaciones para el estudio

Las principales recomendaciones que se realizan para el estudio de la asignatura son:

- Acceder y analizar los contenidos interactivos H5P y bibliografía sugerida para cada temática, previo a los respectivos encuentros sincrónicos.
- Participar en la resolución de los ejercicios, problemas y casos de estudio propuestos para los encuentros sincrónicos, mediante trabajo en equipo y utilizando las herramientas de comunicación disponibles.
- Coordinar la realización de las actividades del proyecto con el resto de los/las integrantes del grupo de trabajo.
- Hacer uso de los encuentros sincrónicos para despejar dudas e inquietudes sobre cuestiones específicas, asistiendo adicionalmente a las consultas de la asignatura si fuera necesario.
- Establecer estrategias que permitan el estudio de la asignatura de forma continuada y autónoma a lo largo del ciclo lectivo, considerando también para ello los requerimientos que establezcan las demás asignaturas que el/la estudiante esté cursando.
- Utilizar los espacios de retroalimentación que se disponen en la asignatura, de forma de permitir la adaptación de las estrategias de enseñanza y aprendizaje implementadas por la cátedra.

Modalidad y horarios de consulta

- Consultas presenciales:
Jueves, 15:00 hs., Sala de Profesores (3er piso).
- Consultas virtuales:
Día y horario a coordinar contra solicitud, link disponible en el aula virtual.

Correo/s de contacto:

- godoyezequiel@hotmail.com

Actividades de docencia

El equipo docente de la asignatura se reúne periódicamente para analizar la evolución del desarrollo de la asignatura, y realizar los ajustes necesarios en vista de las observaciones recogidas de los encuentros sincrónicos y de la interacción con los y las estudiantes, así como de la retroalimentación que se realice por medio de los espacios habilitados a los efectos en el aula virtual de la asignatura.

Asimismo, el equipo docente participa de reuniones con otras asignaturas del área y de años superiores, que surgen a lo largo del ciclo lectivo en vista de inquietudes particulares de los docentes involucrados.

Los docentes también cursan y/o dictan actividades de formación en áreas específicas, incluyendo termodinámica, formación por competencias, aprendizaje centrado en el estudiante, entre otras.

Plantel docente de la asignatura

“Termodinámica” – Ciclo Lectivo 2025

Apellido; Nombre	Cargo	Dedicación	Comisión/es
Godoy, Ezequiel	PROF. ADJ.	DE	3V01 - 3V02
Galetti, Valeria	JTP	DS	3V01 - 3V02
Jukonis, Gastón	AUX. 1	DS	3V01 - 3V02
Tassone, Natalia	AUX. 1	DS	3V01 - 3V02

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones
“Termodinámica” – Ciclo lectivo 2025
Comisión: 3V01 - 3V02

Primer cuatrimestre					
Sem.	Fecha	Día	Descripción de los temas actividades	Tipo de actividad (1)	Ámbito (2)
01	19-03-25	mié	Introducción a la asignatura CE Circuito de Calentamiento - Frontera, Sistema, Medio, Estado Muerto, Universo	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
02	26-03-25	mié	U1.1. Introducción a la Termodinámica - U1.2. Conceptos Fundamentales - U1.3. Estados, Procesos y Ciclos CE Elaboración de Cerveza - Sistema Cerrado, Sistema Abierto, Variables de Estado, Procesos Reversibles vs Irreversibles, Procesos Típicos	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
			E1 - Sistema cerrado, Variables de estado p/ proceso isocoro E2 - Sistema abierto, Variables de estado p/ compresión E3 - Sistema cerrado/ abierto, Variables de estado p/ procesos isobaro e isocoro	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
03	02-04-25	mié	Día del Veterano y de los Caídos en la Guerra de Malvinas	-	-
04	09-04-25	mié	U2.1. Propiedades Termodinámicas CE Elaboración de Cerveza - Formas de energía del sistema, Formas de intercambios con el medio, Exponente politrópico y adiabático	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
			Conceptos sobre Diagramas y Propiedades, Conceptos sobre Ecuaciones de Estado E4 - Estimación de propiedades por métodos varios	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
05	16-04-25	mié	1° llamado a examen	-	-
06	23-04-25	mié	U3.1. Introducción a los Diagramas de Estado U3.2. Diagramas de Estado con Campana CE Fluido de Trabajo de una Máquina - Elementos y regiones de diagramas de estado con campana	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
			Conceptos sobre Estimación de Propiedades de Agua Líquida E5 - Estimación de propiedades por métodos varios	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
07	30-04-25	mié	CE Fluido de Trabajo de una Máquina - Estimación de propiedades, Regla de las fases, Grados de libertad, Tablas de propiedades	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones

“Termodinámica” – Ciclo lectivo 2025

			E6 - Estimación de propiedades por métodos varios E7 - Estimación de propiedades por métodos varios	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
08	07-05-25	mié	Uso de Termograf - Representación de operaciones/equipos	Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	Áulico
			Proyecto - Establecimiento de la Consultora	Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	Áulico
09	14-05-25	mié	2° llamado a examen	-	-
10	21-05-25	mié	Estudio de Casos Integradores en Grupos - RA1	Evaluación	Áulico
11	28-05-25	mié	U4.1. Expresiones del Primer Principio para Sistemas Cerrados CE Termotanque - Energía/ trabajo de flujo, Balance de energía general, Sistema estacionario, Ciclo	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
			E8 - Balance de energía para sistema cerrado cíclico E9 - Balances de energía para procesos diversos en sistema cerrado E10 - Balances de energía para procesos diversos en sistema cerrado	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
12	04-06-25	mié	U4.2. Expresiones del Primer Principio para Sistemas Abiertos CE Operaciones Unitarias - Balances de energía en estado estacionario, Balances de energía en estado transitorio	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
			Conceptos sobre Trabajo Politrópico E11 - Balances de energía para procesos diversos en sistema cerrado E12 - Balances de energía para procesos diversos en sistema cerrado	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
13	11-06-25	mié	CE Operaciones Unitarias - Balances de energía en estado estacionario, Balances de energía en estado transitorio	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
			E13 - Balance de energía para sistema cerrado en equilibrio E14 - Balance de energía para sistema cerrado en equilibrio	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
14	18-06-25	mié	Proyecto - Etapa 1 - Descripción y Objetivo del Proceso Propuesto	Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	Áulico
			E15 - Balance de energía para sistema abierto (compresor) E16 - Balance de energía para sistema abierto (turbina) E17 - Balance de energía para sistema abierto (ciclo de gas)	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
15	25-06-25	mié	Taller Procesos de Planta Piloto - RA2	Evaluación	Áulico
16	02-07-25	mié	Proyecto - Etapa 2 - Estrategia de cálculo, Balances de energía	Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	Áulico

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones

“Termodinámica” – Ciclo lectivo 2025

			E18 - Balance de energía en estado transitorio E19 - Balance de energía en estado transitorio	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
	07-07-25	lun	Receso invernal	-	-
	20-07-25	dom	Receso invernal	-	-
Segundo cuatrimestre					
17	23-07-25	mié	U6.3. Intercambiadores de calor CE Intercambiador de Calor Aire-Agua - Perfiles de temperatura, Diferencia mínima de temperatura Proyecto - Etapa 2 - Diagramas T-ΔH E20 - Balance de energía en estado transitorio	Teórico-práctica (conceptual) Formulación, análisis y desarrollo de proyectos Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico Áulico Áulico
18	30-07-25	mié	U5.1. Enunciados Clásicos del Segundo Principio CE Locomotora a Vapor - Enunciado de Carnot, Expresiones de eficiencia para máquina térmica, Enunciados de Planck-Kelvin y de Clausius E21 - Enunciado de Carnot para ciclo de potencia E22 - Enunciado de Carnot para ciclo frigorífico	Teórico-práctica (conceptual) Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico Áulico
19	06-08-25	mié	CE Aire Acondicionado Frio Calor - Enunciado de Carnot, Expresiones de eficiencia para máquina frigorífica y bomba de calor, Calidad de la energía E23 - Enunciado de Carnot para bomba de calor E24 - Enunciado de Carnot para sistemas diversos	Teórico-práctica (conceptual) Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico Áulico
20	13-08-25	mié	U5.4. Entropía CE Olla a Presión - Balance de entropía, Generación de entropía, Desigualdad de Clausius E25 - Desigualdad de Clausius E26 - Entropía del universo E27 - Balance de entropía, Generación de entropía	Teórico-práctica (conceptual) Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico Áulico
21	20-08-25	mié	3° llamado a examen	-	-
22	27-08-25	mié	Proyecto - Etapa 3 – Análisis de Performance E28 - Balance de entropía, Generación de entropía E29 - Balance de entropía, Generación de entropía	Formulación, análisis y desarrollo de proyectos Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico Áulico
23	03-09-25	mié	U5.3. Exergía CE Olla a Presión - Balance de exergía, Generación de exergía, Trabajos máximo, reversible, real y útil	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones

“Termodinámica” – Ciclo lectivo 2025

			E30 - Exergía de sistema cerrado E32 - Exergía de sistema cerrado	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
24	10-09-25	mié	Proyecto - Etapa 4 - Balances de entropía, Generación de entropía, Balances de exergía, Análisis de la utilización de la energía útil	Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	Áulico
			E31 - Exergía de sistema abierto	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
25	17-09-25	mié	4° llamado a examen	-	-
26	24-09-25	mié	Estudio de Casos Integradores en Grupos - RA3	Evaluación	Áulico
27	01-10-25	mié	Uso de Hysys - Balances de energía de operaciones/equipos	Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	Áulico
			Proyecto - Etapa 5 - Modelo de simulación	Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	Áulico
28	08-10-25	mié	U6.1. Ciclos de Potencia de Gas U6.2. Ciclos de Potencia de Vapor ECI - Ciclo combinado	Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	Áulico
29	15-10-25	mié	ECI - Ciclo combinado	Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	Áulico
30	22-10-25	mié	ECI - Ciclo combinado	Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	Áulico
31	29-10-25	mié	U6.3. Ciclos Frigoríficos y Bombas de Calor ECI - Ciclo frigorífico con dos evaporadores	Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	Áulico
32	05-11-25	mié	ECI - Ciclo frigorífico con dos evaporadores	Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	Áulico
33	12-11-25	mié	Cierre del Proyecto	Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	Áulico
Finalización segundo cuatrimestre					
Fechas de examen					
-	17-12-25	mié	7° llamado a examen	-	-
			Evaluación Recuperatoria Aprobación No Directa - 1º Instancia	Evaluación (con fecha a reservar)	Áulico
			Evaluación Integradora Aprobación Directa - 1º Instancia	Evaluación (con fecha a reservar)	Áulico
-	25-02-26	mié	9° llamado a examen	-	-
			Evaluación Recuperatoria Aprobación No Directa - 2º Instancia	Evaluación (con fecha a reservar)	Áulico
			Evaluación Integradora Aprobación Directa - 2º Instancia	Evaluación (con fecha a reservar)	Áulico